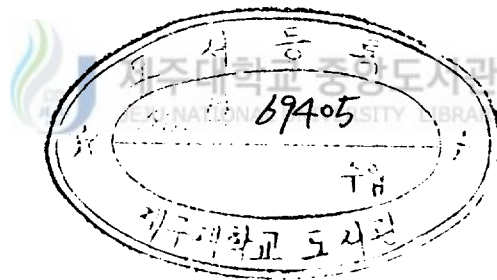


41  
2016.10.02  
09:17

碩士學位論文

중학교 수준별 과학교육을 위한 힘과  
운동 단원의 실험 체계 연구

指導教授 康 禎 友



濟州大學校 教育大學院

物 理 教 育 專 攻

任 宰 麟

1998 年 8 月

# 중학교 수준별 과학교육을 위한 힘과 운동 단원의 실험 체계 연구

指導教授 康 禎 友

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함.

1998年 6 月 日

濟州大學校 教育大學院 物理教育專攻



任宰麟의 教育學 碩士學位 論文을 認准함.

1998年 7 月 日

審査委員長	印
審査委員	印
審査委員	印

< 초 록 >

## 중학교 수준별 과학교육을 위한 힘과 운동 단원의 실험 체계 연구

任宰麟

濟州大學校 教育大學院 物理教育專攻

指導教授 康 禎 友

중학교 수준별 과학교육을 위한 힘과 운동 단원의 실험 체계를 제6차 교육과정에 의한 8종의 중학교 과학 교과서에서 선정한 주요 10개 실험 항목의 학습 곤란도와 수준별 학습의 필요성을 분석하고, 과학교사들을 대상으로 설문지법을 이용해 수준별 수업에 대한 학습자의 흥미도와 과학교사들의 교육관을 조사한 다음, 힘과 운동 단원의 학습 체계와 지도 방법 및 보조 학습자료를 제시하였다.

본 연구 결과를 종합해 볼 때, 수준별 수업은 학습자 중심 교육 과정에서 학습자의 적성과 능력 및 흥미유발을 위해서 반드시 하여야 할 수업 방법이며, 이에 관한 국가 수준의 수준별 학습자료 및 평가 척도가 있어야 한다.

그리고 과학 교과서의 학습 내용이 학습자의 수준에 따라 분석하여 교육과정을 재구성하여야 하며, 다양한 보조 학습자료와 교수·학습 모형이 개발·보급되어야 한다. 아울러 다양한 학습자의 학습 욕구를 유지·발전시키고 수준별 과학교육을 학교 현장에서 정착시키기 위해서는 교원연수와 관련 시설의 확충이 필요하다고 하겠다.

# 차 례

초 록 .....	i
I. 서 론 .....	1
II. 이론적 배경 .....	4
1. 수준별 교육과정의 성격과 유형 .....	4
2. 수준별 학습에서의 발견 학습 모형 .....	5
3. 심화·보충형 수준별 교육과정의 성격 .....	7
III. 연구 방법 .....	14
1. 연구 대상 및 시기 .....	14
2. 연구 절차 .....	16
IV. 연구 결과 및 논의 .....	19
1. 교수·학습 곤란도와 수준별 수업의 필요성 .....	19
2. 수준별 수업에 대한 과학교사들의 인식도 .....	26
3. 수준별 학습 체계와 및 지도 방법 .....	33
V. 결 론 .....	52
참 고 문 헌 .....	54
Abstract .....	56
부록 1. 수준별 수업에 대한 중학교 과학교사들의 인식도를 조사하기 위한 설문지 .....	58
부록 2. 힘과 운동 단원 실험 항목별 수준별 지도 자료 .....	61

# I. 서론

21세기는 엄청난 양의 지식과 정보가 넘쳐나고 있어 기존의 방식으로 학생들을 교육할 수 없는 상황이 되었다. 그렇기 때문에 지식이 폭발적으로 증가하는 21세기의 정보화·세계화 사회에 적응할 수 있는 민주 시민을 육성하기 위해서는 무엇보다도 각 개인의 개성을 바탕으로 창의력을 신장하는 교육활동이 이루어지지 않으면 안 된다.

세계화·정보화 시대를 주도하는 신교육 체제 수립을 위한 교육개혁의 틀은 '자율과 학습자 중심'에 있으며, 특히 학생의 능력, 적성, 필요, 흥미 등에 대한 개인차를 고려할 수 있게 수준별 교육과정을 도입하고 있다.<sup>1-2)</sup>

새로운 세기는 정보 지식 사회로 특징 지워진다. 정보 지식 사회는 기존의 정보와 지식을 단순히 수용하기보다는 그를 비판적으로 해석하여 창의적으로 수용하면서 자기화하고, 새로운 정보와 지식을 생산해 낼 수 있는 능력과 자질 건전한 판단력을 갖춘 인간을 필요로 할 것이다. 이러한 점에서 새 세기를 살아가야 할 학생들이 그러한 능력과 자질을 함양하여 자신의 삶을 창조적으로 이끌어 갈 수 있게 도와주는 것은 이 시대가 당면한 교육적 당위이다. 이를 위해 그 동안 여섯 번이나 교육과정을 제정 또는 개정하면서 그 기틀을 다져 왔고, 현재적 상황에서는 새로운 세기에 유능한 한국인을 양성하기 위한 교육과정을 설계하고 있는데, 이것이 7차 교육과정 개정이다.

정보화 사회에서는 학생들의 창의력과 조작적 사고력을 길러 사회에 능동적으로 대처할 수 있어야 하며, 이를 위해서는 과학교육에서 학습자 스스로 실험을 설계하고 수행할 수 있도록 지도 방법의 다양성이 요구된다. 제6차 과학과 교육과정에서도 학습 활동은 교과서뿐만 아니라 일상 생활 속에서 많은 소재를 선택하여 독창적이고 다양한 지적 가치를 생산하도록 요구하고 있다. 특히 단위 학교의 교육과정 결정 및 운영의 자율성이 주어지기 시작하였고 지역과 학교의 특성을 살리는 다양한 교육이 이루어지도록 하고 있다.

교육부에서는 현행 6차 교육과정에서도 수업 방법을 다양화한 수준별을 권장하고 있다. 위계 수준이 분명한 영어, 수학 과목은 단계형의 이동식 수준별 수업을 통해 학습자의 다양한 학습 욕구를 충족시키는 반면, 위계 수준이 불분명한 사회, 국어, 과학과의 수준별 학습은 한 학급 내에서 소그룹 활동인 심화·보충형 수준별 수업을 하도록 하고 있다.

제7차 교육과정은 제6차 교육과정에서와 같이 과정이나 계열에 따라 선택 과목이 결정되지 않고 학생이 학습 수준에 따라 스스로 선택 결정할 수 있다는 것이 다르다. 새로운 교육과정의 개발과 적용 모형을 연구하기 위하여 영어, 수학과 더불어 과학과의 수준별 교육에 대하여 현장 연구 및 교원 연수가 과학교육연구회와 일부 고등학교에서 이루어지고 있다.<sup>3-5)</sup> 그러나 중학교에서의 수준별 학습 지도에 대한 현장 연구와 교원 연수는 거의 없는 실정이다. 중학교 과학교사들은 실제 현장에서 수준별 학습을 하고자 하여도 자료와 정보의 미비로 수준별 과학교육이 안되고 있는 것이 현실이다.

그러므로 교수·학습 방법을 다양화하여 창의성을 개발하기 위한 과학교육을 하기 위해서는 교육과정의 재구성과 탐구 방법에 대한 새로운 논의와 교원 연수 및 자료 보급이 절실히 필요하다고 하겠다.

중학교 1학년들은 초등학교에서 현상 중심의 과학교육에 익숙해 있다. 중학교에서는 이를 기초로 스스로 실험을 설계하고 탐구하여 개념을 일반화하는 개념 중심의 교육과정이다.

그렇지만, 중학교 과학교육은 실험과 탐구 활동 대부분이 교과서 중심으로 이루어지고 있다. 그러다 보니 스스로 탐구 소재를 찾는 능력이 부족하고 특히, 실험을 설계하고 일반화시키는데 많은 곤란을 겪고 있다. 이러한 점은 실험경시대회에서 단적으로 나타난다. 주제는 교과서에 나오는 실험이었으나 실험 재료를 달리하여 문제를 부여했을 때 대부분의 학생들이 실험을 조작하고 탐구를 수행하지 못한다<sup>6)</sup>고 한다.

탐구 활동을 할 때 중·상위 학생들을 중심으로 실험이 설계되고, 운영되고 있음으로 하위 수준의 학생들은 학습에 흥미를 잃고 있다. 뿐만 아니라 실험 기구 하나를 만지고 경험하는데 잠재적인 두려움을 갖고 있다.

그러므로 인지구조가 비슷한 학습자 그룹을 편성하여 학습자의 수준과 능력

에 맞게 학습을 시켰을 때 학습 흥미를 찾을 수 있을 것이며, 이를 유지시키기 위해서는 다양한 학습 모형 및 학습 자료 개발이 필요할 것이다.

따라서 본 연구에서는 중학교 학습자 중심의 수준별 교육을 하기 위하여 현 6차 교육과정의 힘과 운동 단원 학습 개념 및 학습 곤란도를 분석하여 하위 수준 학생들의 학습 흥미를 높이고, 상위 학생들의 학습 욕구를 다양화하기 위하여 수준별 과학교육의 방법을 모색하고 학습 자료를 개발해 보려고 한다. 특히, 중학생들의 인지 능력과 정의적 능력을 고려하여 학습 곤란을 해소함으로써 과학에 대한 지속적인 흥미를 유지할 수 있도록 기본·공통 과정의 재구성 및 하위 과정의 개설과 학습 체계와 지도방법을 고찰하는데 주안점을 두었다.

본 연구에서 중학교 힘과 운동 단원의 주요 실험에 대하여 실험 목표 및 학습 개념을 조사하여 학생들의 인지 수준에 따른 학습 곤란 요소를 조사하고, 현재 교육 현장에서 진행되고 있는 수준별 수업에 대한 교사들의 인식과 학습자의 흥미 및 제반 문제를 분석하여, 이를 바탕으로 다양한 수업 모형 및 자료 개발을 위한 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 주요 실험 항목에 대한 학습 목표와 개념 수준의 적절성 및 학습 곤란 요소는 무엇인가 ?
- 2) 수준별 수업에 대한 과학교사들의 학습 경험 및 학생들의 학습 흥미도는 어떠한가 ?
- 3) 과학과의 심화·보충형 수준별 학습 지도를 하려면 자료는 어떻게 구성해야 하는가 ?
- 4) 주요 실험 단원의 수준별 학습의 필요성 및 학습 체계와 지도 방법

이와 같은 연구 문제를 다루기 위해 다음의 II장에서 심화·보충형 수준별 교육에 관한 이론적 배경을 알아보고, III장에서 연구 방법을 기술한 다음 IV장에서 연구 결과를 고찰하여 V장에서 결론을 내리겠다.

## Ⅱ . 이론적 배경

수준별 교육과정에는 단계형과 심화·보충형 및 과목선택형이 있는데, 여기서는 본 연구와 관련있는 심화·보충형 수준별 교육과정과 수준별 학습에 대해서만 알아보겠다.

### 1. 수준별 교육과정의 성격과 유형

수준별 교육과정은 학습자의 학습 능력 수준과 요구에 대응하는 차별적·선택적 교육을 제공하는 데 근본적인 의의를 두고 있다. 즉, 학습 능력과 교육 내용간에 상승적인 상호작용이 일어나도록 교육과정을 구성하는 것이다. 상승적인 상호작용은 학습자의 학습 능력과 교육 내용의 난이도 수준이 대응될 때 비로소 가능해진다.

학습 능력에 대응하는 교육 내용을 제공한다는 것은 학습의 속도(속진 또는 지진)에 대응하는 교육 내용을 제공하는 동시에 학습의 깊이(심화 또는 보충)에 대응하는 교육 내용을 제공함을 말한다. 학습 속도에 대응하는 교육 내용을 제공한다는 것은 속진 학생들에게는 그에 알맞은 상위 수준의 교육 내용을 제공하는 것을 말하고, 학습의 깊이에 대응하는 교육 내용을 제공한다는 것은 이해도가 깊은 학생들에게는 동일한 또는 관련되는 교육 내용을 보다 심도 있게 학습할 수 있도록 하는 것<sup>7)</sup>을 말한다.

그리고 소질과 적성에 대응하기 위해서는 학습자의 요구와 필요에 따라 다양한 교육 내용이 제시되어야 한다. 이를 위해서는 자라나는 학생들이 주역이 될 21세기의 여러 상황과 시대 조류, 학생, 학부모, 기업, 국가 등의 요구 내용과 수준이 명확히 이해되어 이를 바탕으로 다양한 교과들이 제시되고, 학습자의 소질과 적성에 따라 선택을 용이하게 해야 한다.

이와 같은 관점에서 학습 속도와 수준을 고려한 교육과정 편성·운영은 '단



계형'이 적합하고, 학습 깊이 수준을 고려한 교육과정 편성·운영은 '심화·보충형'이 적합하다. 그리고 소질과 적성을 충분히 살릴 기회를 제공하기 위해서는 '과목선택형'이 적합하다.

또한 수준별 교육과정의 편성·운영은 최저, 최고의 수준이 결정되어야 하므로 교육 기간의 설정도 중요한 문제이다. 교육개혁위원회에서는 국민공통기본교육기간(1-10학년: 초1-고1)에는 단계형 수준별 교육과정 및 심화·보충형 수준별 교육과정을 적용토록 하고 있으며, 11-12학년(고2-고3)에서는 과목선택형 수준별 교육과정을 적용하도록 제시하고 있다. 다음의 표 II-1.은 수준별 교육과정의 유형을 개략적으로 비교한 것이다.

**표 II-1. 수준별 교육과정의 유형**

교육 기간	국민공통기본교육기간 (1-10학년: 초1-고1)		11-12학년(고2-고3)		
수준 유형	단계형	심화·보충형	과목선택형		
수준 결정 변인	학습 속도	학습 내용 깊이	소질과 적성		
수준별 과정	기본(공통) 과제	심화 과정	기본 과정	심화 과정	수학 1-가 수학 1-나 영어 4-가 영어 4-나
		보충 과정		보충 과정	교양과목 전공과목
관련 교과	수학(초1-고1): 10단계 영어(중1-고1): 4단계	국어(초1-고1) 사회(초3-고1) 과학(초3-고1) 영어(초3-초6)			

## 2. 수준별 학습에서의 발견 학습 모형

한 때 발견 학습과 탐구 학습은 같은 개념으로 알려져 왔다. 그러나 과학적인 탐구 과정을 강조한다는 의미에서 볼 때, 유사한 학습 방법일 뿐 분명하게

발견 학습과 탐구 학습은 다른 개념이다. 여기서는 발견 학습을 수준별 학습의 입장에서 어떻게 활용할 것인가에 대해 알아보겠다.

우리 나라의 과학 교과서를 보면 대체로 어느 개념을 도입할 때 한 종류의 실험을 실시한 후에 일반적으로 이 개념은 이러이러하다고 새로운 개념을 정리하여 주입시키고 있다. 사실상 이러한 과정으로 개념을 도입하는 것은 논리의 비약이요, 주입식 교육이 낡은 산물이라 할 수 있다.<sup>8)</sup> 이러한 논리의 전개보다는 유사한 다른 실험을 두 세 가지 더한 후에 그 두세 가지 실험을 종합하여 일반적으로 그렇다고 논리를 전개하는 방법이 귀납적인 방법이 될 것이다. 이와 같은 귀납과정을 통하여 학생 스스로 문제를 해결토록 하는 자기 주도적인 학습 능력이 신장될 수 있을 것이다.

귀납적인 방법에 의해 실생활 주변에서 쉽게 경험할 수 있는 다양한 실험 소재에서 학생의 수준과 능력에 따라 주도적으로 실험을 계획하고 논리를 전개한다면 학생들의 창의성 개발에 크게 이바지 할 수 있을 것이다.<sup>9)</sup> 이 학습모형은 귀납과정을 통하여 학생들이 실험의 설계 및 토의 과정 속에서 데이터를 분석하고, 규칙성이나 개념을 찾아냄으로써 일반화(법칙)를 발견하기 때문에 발견 학습 모형이라 부른다. 발견 학습 모형은 귀납과정을 통하여 과학의 내용을 가르치는 또 하나의 탐구과정 중심의 교수 전략이다.

이 발견 학습 모형에서 교사는 학생들에게 자료와 상호 작용하도록 탐색의 기회를 제공하고 학생들의 주요 세계를 다루도록 하며, 그와 상호 작용하는데 참여하도록 한다. 특히 실험 설계 및 탐구 과정에서 학생들이 직접 물체를 다루는 것은 학생들에게 과학자의 활동과 과학의 본성에 대한 통찰력을 갖게 한다. 교사의 역할은 가능한 한 많은 자료와 다양한 예를 준비 제공하는 노력이 필요하다. 이러한 발견 학습의 모형은 그림 II-1.과 같은 7단계를 거쳐 개념을 일반화 할 수 있다.<sup>8)</sup>

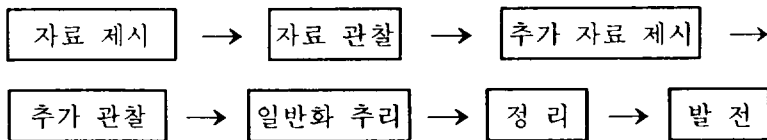


그림 II-1. 발견 학습 모형

그림 II-1.과 같은 발견 학습 활동은 자료를 제시하는 것으로부터 시작된다. 다음 단계에서 교사는 분석에 필요한 모든 자료를 제공해 주며, 계속해서 학생들이 각 정보를 철저히 조사 분석할 수 있도록 연속적으로 자료를 조금씩 늘여서 제시한다. 이러한 활동은 동기 부여 단계에서 중요한 활동이라 할 수 있다. 자료 및 문제 제시에 대하여 일정한 데이터가 나오면 이를 기초로 학생들에게 학습 과정을 안내하고 설정된 주제에 대하여 관찰 및 자기 주도적 학습을 하게 한다. 이 때 탐구 과정에 대해서 다양한 소재와 방법을 통해 개념을 정립시켜 나갈 수 있도록 구성원들간에 역할 분담 및 상호 보완 활동을 평가의 대상으로 삼을 수 있을 것이다. 필요하다면 교사는 추가 자료를 제시할 수 있으며, 학생 스스로 자료를 추가하고 관찰할 수 있다. 다음 단계로 교사는 각 그룹에서 관찰 및 탐구 활동을 통하여 얻은 결과를 개념이나 규칙성을 한 데 묶어 일반화 및 정리를 하며, 좀 더 일반화의 개념에 대하여 발전적인 학습 요소를 투여하거나 과제 제시를 통하여 학습 과정을 정리할 수 있다. 발견 학습 활동 프로그램은 학생들에게 물체를 직접 다루게 함으로서 학생들에게 과학자의 활동과 과학에 대한 통찰력을 갖게 해줄 뿐만 아니라 수업 욕구를 다양화시킬 수 있다.

### 3. 심화·보충형 수준별 교육과정의 성격

단계형 수준별 교육과정이 교육과정의 운영과 밀접한 관련을 맺고 있는데 반해, 심화·보충형 수준별 교육과정은 교육과정의 편성과 직접적인 관련을 맺는다. 단계형은 동일한 교육과정을 학습 능력에 대응해서 빠르게 또는 느리게 제공하는 유형이지만, 심화·보충형 수준별 교육과정은 교육과정의 내용 차별화를 통해 개별화된 학습을 가능하게 하는 것이다. 즉, 학습자의 학습 능력 차이를 고려해 동일한 내용 범주 하에 차별화 된 학습이 가능하도록 한 교육과정이다.

여기서 '동일한 내용 범주란' 내용의 축이 동일한 것을 의미하므로 계열 또는 영역 합산적 통합의 특징을 지닌 교과에서는 심화·보충형 수준별 교육과정 적용이 가능하다.

다음의 그림 II-2.에 해당하는 것이 심화·보충형 수준별 교육과정 적용이 가능한 것으로 국어과, 사회과, 과학과 등의 교과가 이에 적합하다.

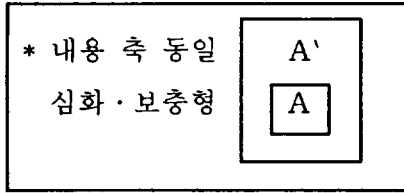


그림 II-2. 동일한 내용 범주

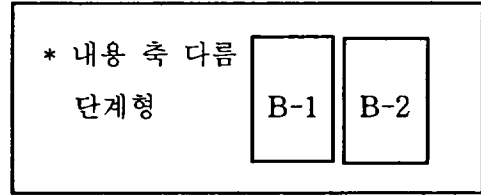


그림 II-3. 상이한 내용 범주

또 “학습자의 학습 능력 차이를 고려한 차별화된 학습”이란 그림 II-4.에서와 같이 일정한 단계 또는 학년에서도 보충과정, 기본과정, 심화 과정에 따라 동일한 학습 내용 범주에서도 요구되는 학습 능력의 수준을 차별화 하는 것을 말한다.

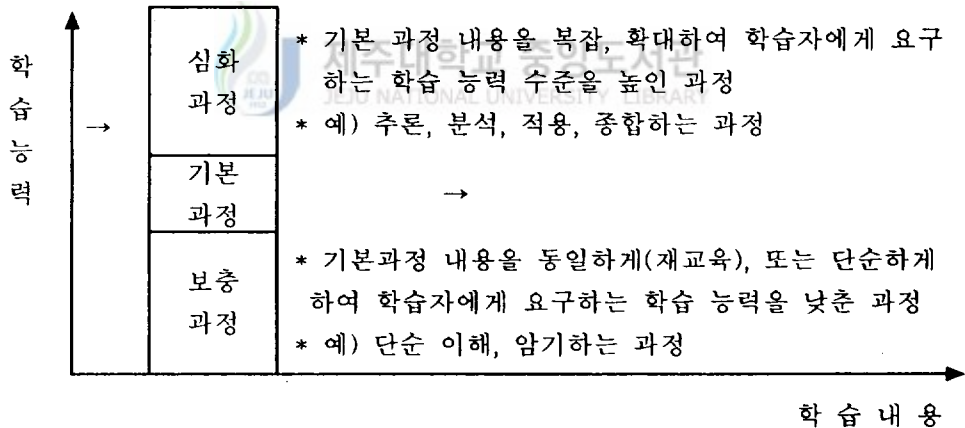


표 II-4. 학습자의 학습 능력을 고려한 차별화된 학습

그림 II-4.는 x축을 학습 내용으로 하고, y축을 학습 능력으로 한 차별화 된 학습을 도표화한 것이다. 동일한 x축(학습내용)에서도 학습 능력에 따라 보충과정, 기본과정, 심화과정으로 구분할 수 있고, 동일한 y축(학습능력)에서도 각 과정에 부합되게 학습내용을 높일 수 있다는 것을 나타낸다.

그러나 이러한 관점이 학습 내용과 능력이 실제적으로 분리되어 있음을 전제하는 것은 아니다. 오히려 실제에 있어서는 교과 내용을 통해 학생의 능력 수준이 향상되고, 동시에 높아진 학생의 능력을 기초로 보다 더 높은 수준의 교과 내용을 학습하게 된다.

따라서 심화·보충형 수준별 교육과정에서는 교과 내용과 학습 능력의 상승적 매개 관계가 연속적으로 일어날 수 있도록 각각의 과정에서 교과 내용 수준과 학생의 능력 수준이 대응되도록 구현되어야 한다.

심화·보충형 수준별 교육과정에서 가장 중요한 것은 하위 과정의 설치이다. 하위 과정이란 학습의 후속 과정으로 다양한 학생의 능력 차에 대응하고자 하는 것이다. 따라서 기본 공통 과제 학습을 통해 학습자의 학습 능력에 따라 보충과정, 심화과정의 학습 활동이 이루어지도록 교육과정을 차별적으로 제공할 필요가 있다. 이는 학년간의 교육 내용의 차이를 의미하는 차별화와는 근본적으로 다른 학습 능력의 차별화를 의미한다. 심화 과정은 학습의 깊이에 따라 교육 내용을 추가로 제공하여 심도 있게 학습이 이루어지도록 학습 기회를 제공한다.<sup>9~10)</sup>



## 1) 교육과정 운영 방법

보충형 수준별 교육과정의 편성·운영은 크게 두 가지로 대별된다. 하나는 심화·보충과정을 독립적으로 편성, 운영하는 것이고, 다른 하나는 기본 과정을 공통으로 하면서 심화 과정과 보충 과정을 병렬 적인 하위 과정으로 운영하는 방식이다.

### (1) 심화·보충과정의 독립적 운영 방식

이 방식은 심화과정과 보충과정의 교수·학습 단위와 시간이 독립적으로 운영된다. 즉 과정별로 학습 활동의 시작과 끝이 각기 다르다. 엄밀히 보면 우열반 편성과 흡사하다.

그런데 이러한 방식은 심화·보충이란 개념의 논리성에 적합하지 않으며, 심화·보충의 의미에 내포된 선행 학습 과정이 전제되어 있지 않다. 또한 우열반 편성은 학습자에게 주는 심리적 위축감 내지는 지나친 자만심을 유발할 가능성

도 있고, 우리의 국민 정서를 고려할 때 부작용이 많을 것으로 우려되어 비적합하다고 할 수 있다.

## (2) 기본과정을 공통으로 하고 심화·보충과정을 하위 과정으로 운영 하는 방식

이 운영 방식은 일정 기간 동안 기본과정을 공통으로 적용한 후 국가 또는 교육청 수준에서 마련한 기본과정 성취 수준에 의해 심화과정과 보충과정을 독립적으로 운영하는 방식이다. 가령, 국가 또는 교육청 수준에서 기본과정의 성취 수준을 80%로 정했을 경우 이에 도달하면 심화과정을, 도달하지 못했을 경우에는 보충과정을 이수하게 된다. 그런데 경우에 따라서는 심화, 보충과정의 선택은 본인과 부모의 희망, 교사의 판단에 따를 수도 있다.

이 때, 기본과정에서 심화 또는 보충과정으로의 배치 시기는 현장의 여건 등을 감안하여 가능한 소단원 또는 항목의 매 단위 학습을 기준으로 이루어지도록 한다.

또한 심화·보충과정의 학습 단위 편성은 같은 반 내에서 분단 또는 조별로 심화과정과 보충과정을 달리 편성하도록 한다. 이것은 심화과정 및 보충과정이 교과 및 학습 내용에 따라 신축적으로 필요할 때마다 이루어져야 하기 때문이다. 만일 반별로 학습 집단을 구성한다면 큰 혼란을 초래할 것이다. 따라서 같은 반 내에서 분단이나 조별로 심화과정과 보충과정 학습이 이루어지도록 하기 위해서는 자기 주도적 학습이 가능하도록 학습 내용이 편성되어야 하는데, 이러한 요건은 최종적으로 교과용 도서를 통해 구현되도록 해야 한다.

한편, 기본과정에서 요구하는 성취 수준에 도달하지 못한 학생들의 재학습 기회를 마련해 주기 위해 방학을 이용해 '특별보충과정'을 설치 운영한다. 특별보충과정은 기본과정의 학습 내용에 준하는 것이므로 기본과정의 하위 과정으로서 심화과정과 구분되는 보충과정과는 구분된다. 기본과정의 하위 과정으로서의 보충 과정은 기본과정에서 보다 낮은 학습 능력이 요구된다. '특별보충과정'은 학생들이 개인의 입장에서 필요한 부분만 선택하여 이수할 수 있도록 운영한다.

또, 학습 내용의 난이도 수준은 기본과정의 최저 수준과 최고 수준을 결정한

후 이에 준하여 보충과정과 심화과정을 설정한다. 기본과정은 6차 교육과정 수준을 준용하고, 심화과정은 단계형에서의 최고 수준의 결정에 따르면 되고, 또한 보충과정은 기본과정에 준하여 낮은 수준의 학습 능력을 책정하여 학습 내용을 설정한다. 그런데 학습 내용의 난이도 수준을 결정할 때 고려할 점은 국가 사회적 요구, 시대적 요구 등을 수용해야 하며, 이는 제 7차 교육과정 각론 개발 과정에서 고려해야 할 사항이다.<sup>1) 7)</sup>

## 2) 심화 및 보충과정의 배치

기본과정을 공통적으로 학습한 후, 심화과정 및 보충과정의 배치는 원칙적으로 기본과정에 대한 절대 기준의 80%를 기준으로 이루어져야 한다. 즉, 평가의 근거와 기준은 국가 수준(또는 교육청 수준)에서 마련하되, 절대 기준에 의한 형성 평가 방식(경우에 따라서는 총괄 평가 방식을 적용할 수 있음)으로 하여, 80% 수준에 도달한 학생들은 심화과정에 배치할 수 있다.<sup>7)</sup> 여기서 말하는 80%라는 기준은 다분히 상식적인 기준으로서 과학교육학자의 합의 이외의 별다른 근거가 있는 것은 아니다.

따라서 학교 현장의 여건과 교과서 특성 또는 내용 영역의 특성 등을 고려할 때 기준에 상향 혹은 하향 조정이 가능할 것이다.

$$\boxed{\text{기본과정}} \times 80\% \Rightarrow \text{심화과정 이수}$$

평가 근거

### 그림 II-5. 심화 과정 이수 자격 평가의 근거와 기준

이러한 원칙을 확일적으로 적용할 경우 심리적 박탈감이나 교육 기회의 불균형 등과 같은 현실적인 문제가 예상된다.<sup>11)</sup> 이러한 점을 고려해서, 본인과 부모의 희망(요구) 또는 교사의 판단에 따라 정해진 성취 수준에 도달하지 못한 학생이라 할지라도 심화과정에서의 학습 기회를 제공할 수 있도록 한다.

하위 과정의 배치 시기는 가능한 한 매 학습 단위(소단원 또는 항목)를 기준으로 이루어지는 것이 바람직하나, 이 역시 학교 현장의 여건과 교과, 내용 영역 등에 따라 신축적으로 운영될 수 있을 것이다.

아울러 심화·보충과정의 학습 단위 편성은 같은 반 내에서 분단(또는 조)별로 기초과정과 심화과정을 달리 편성하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 심화학습과 보충학습은 교과 및 내용 영역에 따라 신축적으로 필요할 때마다 이루어져야 하는데, 이를 위한 학습 단위를 반별로 편성한다면 현행 학교 여건을 고려할 때 커다란 혼란과 무질서를 초래할 것이기 때문이다.

다만 같은 반 내에서 분단을 달리하면서 심화학습과 보충학습이 가능하도록 하기 위해서는 자기 주도적인 개별화 학습이 가능하도록 심화과정과 보충과정을 편성해야 하며, 이러한 요건이 최종적으로는 교과용 도서를 통해 구현될 수 있도록 해야 할 것이다.

### 3) 특별보충과정의 설치

기본과정에서 요구하는 성취 수준에 도달하지 못한 학생들을 위해 매 학년말(겨울 방학) 또는 매 학기말(여름 방학과 겨울 방학)에 별도의 특별보충과정을 설치해서 결손된 학습을 보충할 수 있는 기회를 부여하는 것이 필요하다. 기본과정의 성취 수준이 80%에 도달하지 못한 학생이라 할 지라도 본인의 희망에 따라 심화과정을 이수할 수 있도록 허용하였는데, 이 경우 많은 학생들은 심화과정을 제대로 이수하지 못할 가능성이 높다.<sup>11)</sup> 왜냐하면, 기본과정의 성취 수준이 떨어지는 학생들이 기본과정보다 높은 학습 능력을 요구하는 심화과정을 성공적으로 수행한다는 것은 논리적으로 모순이 되기 때문이다. 따라서 학기말 또는 학년말에 이러한 학생들을 대상으로 결손 학습을 보충할 수 있는 기회를 제공하는 것이 필요하다.

이와 같은 특별보충과정은 신청 학생 모두에게 특별보충과정의 전 과정을 모두 이수하도록 하는 것보다는 학생 개인의 입장에서 필요한 부분(내용)만 선택적으로 이수할 수 있도록 운영하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 학습 결손이 부분적으로 나타나는 현상이라는 점을 고려해야 하기 때문이다. 즉, 결손 되지 않은 내용까지 반복해서 학습하도록 강제함으로써 시간적 낭비를 초래하거나 학습 흥미를 상실하게 되는 사태를 방지해야 한다.



#### 4) 각 학년의 난이도 수준

심화·보충형 교육과정이라 하여 현행 교육과정과는 달리 별도로 각 학년별 난이도 수준을 새롭게 조정해야 하는 것은 아니다. 즉, 학년별 난이도를 결정하는 일은 크게 1학년의 수준(최저 수준)과 10학년의 수준(최고 수준), 그리고 각 학년의 수준 등의 하위 문제로 나누어지는데, 이러한 문제들은 특별히 심화·보충형 교육과정이라는 면에서 문제가 되는 것이 아니다.

예를 들어 1학년의 수준에 대해 말하자면, 심화·보충형 교육과정에서 최저 수준은 현행 6차 교육과정의 수준을 준용해야 한다. 왜냐하면 현행 6차 교육과정의 교과별 최저 수준을 나타내 주는 지표(교육 내용과 학습 능력)에 부가적인 변화를 가져올 수 있는 교육 내적인 요인이 없기 때문이다.

다시 말하면, 교육 자체의 논리에서 볼 때 최저 수준과 관련해서 6차 교육과정과 심화·보충형 수준별 교육과정 사이에 차별적으로 작용하는 요인이 없다는 것이다. 다만 교육 외적인 요구(국가·사회적 요구, 시대적 요구 등)를 수용해야 하는 상황이 있을 경우에는 그러한 요구를 반영하기 위한 지표 상의 변화가 있을 수 있다.

다만, 심화·보충형 수준별 교육과정을 이수한 결과 국민공통기본교육 기간이 끝나는 10학년에서 도달할 수 있는 최고 수준을 결정하는 문제는 다소 추가적으로 고려될 수 있는 부분이 있을 수 있다.<sup>7)</sup>

그런데, 난이도는 각 단계별 교과 내용의 수준을 어느 정도로 설정할 것인지와 관련되고, 능력은 각 단계별 교과 내용이 지향하는 목표 수준을 결정하는 것과 관련된다. 즉, 교과 내용과 학습 능력은 단계형 수준별 교육과정의 최고 수준과 최저 수준 및 각 단계의 수준을 결정하고 나타내 주는 지표가 된다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연구 대상 및 시기

중학교 수준별 과학교육을 위한 1학년 과학 힘과 운동 단원의 실험 체계를 연구하기 위하여 과학과의 수준별 학습에 대한 문헌 연구를 통해 선행 연구 자료를 조사하고, 힘과 운동 단원에 대한 학습 목표와 주요 학습 개념을 분석한 다음, 학생들의 학습 흥미와 학습 곤란을 고찰하여 수준별 학습을 위한 하위과정 개설의 필요성을 알아보겠다.

그리고 중학교 과학 교사들의 수준별 학습에 대한 지식의 정도와 정보 습득 방법, 교수·학습 경험, 수준별 학습 시 학습자의 흥미도, 수준별 수업이 필요 여부와 수준별 학습을 하고자 했을 때 교육 현장에서 발생하는 문제점 등을 설문지법을 이용해 분석해 보겠다.

설문지를 이용한 분석은 수준별 수업에 대한 중학교 과학 교사들의 인식 정도를 알아보기 위하여 연구자가 자체 제작한 총 20 문항으로 구성된 부록 1.과 같은 설문지를 1998년 3월 20일에 제주도 내 중학교 과학교사 100명에게 배부하여 3월 31까지 회수된 73부를 대상으로 하였다.

본 연구에서는 8종 교과서<sup>12-19)</sup> 힘과 운동 단원에서 공통으로 나오는 주요 실험 10개를 선정하여 이에 대한 학습 과제를 이론과 실험을 연결하여 분석한 다음, 이를 기초로 학습 곤란을 해결하기 위한 하위 수준의 다양한 학습 방법을 제시하겠다. 특히, 현행 6차 교육과정의 8종 교과서를 분석하여 기본·공통 과정은 심도 있는 학습 과정으로 구성하며, 하위 과정은 중·하위 학생들의 학습 곤란을 조사하여 분석한 내용을 기초로 보충 학습을 위한 수업 방안과 이를 위한 교수·학습 자료를 구안 제시하겠다.

하위 과정의 개설과 운영은 한 학급 내에서 진행하는 것을 기준으로 삼았다. 학습 지도 과정은 한 학급 전체적으로 기초·공통 과제 후 보충, 심화과정의

하위 과정을 개설하여 학습자의 능력에 따른 다양한 학습 기회를 제공하도록 하였다. 추가 자료로는 실험 항목의 성격에 따라 실생활 소재를 통한 STS자료, NIE 학습, CAI를 비롯한 멀티학습, 교육과정의 재복습 등 다양하게 구성하였다.

이를 위하여 본 연구에서는 그림Ⅲ-1.과 같은 Glaser의 수업 모형<sup>20)</sup>에 기초한 수분별 학습 체계에 의해 기본과정 설정 후 심화과정 및 보충과정의 학습지도 방법을 고찰하였다..

Glaser의 수업과정 일반모형은 그림 Ⅲ-1.에서 처럼 ① 수업 목표의 설정, ② 출발점 행동의 진단, ③ 학습 지도, ④ 학습 성과 분석의 네 단계로 이어지고 있으며 어느 교과에나 적용될 수 있는 모형이다.

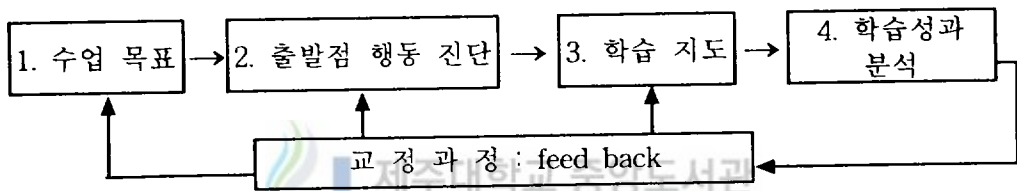


그림 Ⅲ-1. Glaser의 수업 과정 일반 모형

이 수업 모형의 특징은 수업 목표에 관련된 학생들의 현재 학습 수준이 먼저 진단되고, 수업 목표와 진단된 학습자의 현재 학습 수준간의 격차를 메우기 위하여 어떤 학습 지도가 어디서부터 출발되어야 할 것인가에 대한 학습 지도의 처방이 내려져야 한다. 이 때 진단된 학생들의 학습 수준에 따라 상당한 개인차가 있다면 개인차를 염두에 둔 학습 지도가 전개되며, 또한 수업 목표가 학습 지도의 처방에 의하여 어느 정도나 달성되었는가가 평가되고 그 결과는 수업의 각 단계로 환류되어 수정하거나 검토되게 된다.<sup>20)</sup>

수준별 심화·보충형 과학 교수·학습에 적합한 수업 과정 모형을 전개하기 위해 Glaser의 수업 모형으로부터 그림 Ⅲ-2.와 같이 기초·공통 과제의 밀도 있는 수업 전개 후, 소단원 또는 중단원이 끝날 때마다 학습 진전도를 확인하기 위하여 형성평가를 실시한다. 그림 Ⅲ-2.의 왼쪽 항 A는 심화·보충형 수업

의 일반적 흐름이며, 오른쪽 항 B 는 수업 진행의 구체적 방법이다.

이 때 사용하는 진단 검사는 국가 수준의 교수, 학습 평가 자료를 활용하여 소단원의 형성 평가 문항을 작성하고 검사 결과는 상호 채점 또는 학생 자신이 채점한 후, 심화과정 또는 보충과정의 학생으로 나눈다.

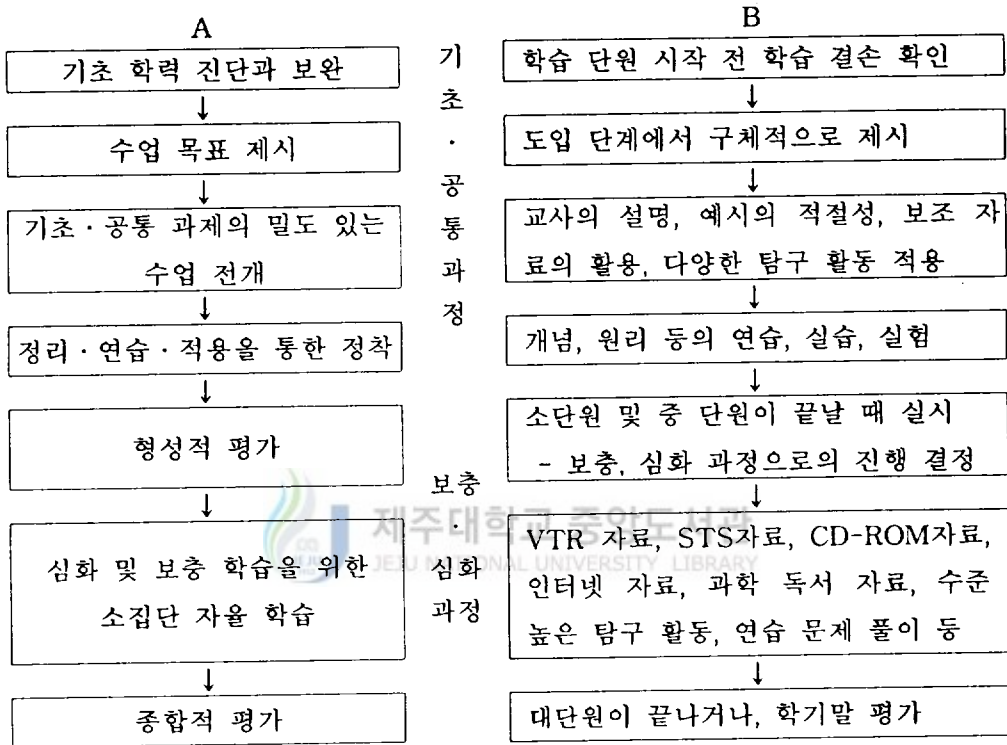


그림 III-2. 심화·보충형 수업 모형

## 2. 연구 절차

중학교 1학년 학생들은 힘과 운동 단원에 대하여 학습 목표와 주요 개념을 이해하는데 인지 수준에 따라 차이가 많다. 또한 상위 학년으로 진급할수록 과학에 대한 흥미를 잃고 있다. 이는 학생들의 인지적 요소와 정의적 태도를 무시한 일률적인 학습 기회 제공에서 나타나는 현상이라 할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 힘과 운동 단원에 대한 학습 과제를 이론과 실험을

연결하여 분석하고, 이를 기초로 주요 실험 10개를 선정하여 학습자 중심에서 학습 목표 및 학습 개념에 대한 학습 곤란을 분석하며, 학습 과제에 대한 학습 곤란을 해결하기 위한 탐구 방법을 모색하겠다. 그리고 학습 목표와 학습 개념을 이해하기 위한 하위 수준의 학습 체계를 학습자 수준별로 구안하고 분석 자료를 근거로 하위 과정에 필요한 학습 방법을 보충과정과 심화과정으로 나누어 개발하였다.

본 연구에서 과학과 심화·보충형 수준별 학습 체계와 지도 방법의 구안은 그림 II-4.의 학습자의 학습 능력을 고려한 차별화 된 학습에 기초하여 아래에 그림 III-3.과 같은 학습 체계도에 의해 수행되었다. 그림에서 알 수 있듯이 좌측에서 우측으로 갈수록 학습 내용이 많아짐을 나타내고, 아래에서 위로 갈수록 높은 학습 능력에 의한 심화·보충형 수준별 과정임을 나타낸다.

↑ 학 습 능 력	심화	* 기본과정 내용을 복잡, 확대하여 학습자에게 요구하는 학습능력 수준을 높인 과정	평 가 및 정 리	* 기본·공통 과정의 목표점 행동 평가 * 주요 학습 개념의 이해도 평가 * 학습 곤란 요소 및 오개념 수정
	기본 · 공통 과정	* 교과 수준의 활동(학습자의 특성과 학습 수준에 따라 교재의 재구성) - 전시 학습 복습 및 학습 동기 부여 - 주요 학습 개념 분석 - 학습 곤란 요소 - 기본·공통 과정의 목표점 행동 제시		
	보충 과정	* 기본 과정 내용을 동일하게(재교육), 또는 단순하게 하여 학습자에게 요구하는 학습 능력을 낮춘 과정 * 예) 단순 이해, 암기하는 과정		

학 습 내 용→

그림 III-3. 본 연구에서의 심화·보충형 학습 체계도

세부적인 연구 순서는 다음과 같다.

- 1) 힘과 운동 단원의 이론과 실험 체계에 대한 학습 과제를 분석한 다음,
- 2) 주요 실험 제목 선정 및 실험 항목에 대한 학생들의 학습 곤란도를 분석하고,
- 3) 교사들의 수준별 수업 경험 및 수준별 수업에 대한 학습 흥미도를 분석하며,
- 4) 수준별 수업에 대한 교사들의 지식 및 정보 이용 매체 등을 알아보겠다.
- 5) 그런 다음, 힘과 운동 단원 10개 실험 항목별로 심화·보충형 수준별 교육과정을 운영할 수 있는 학습체계와 지도방법을 제시해 보겠다.
- 6) 그리고 학생들의 학습 흥미와 학습 곤란을 연구자의 수업 경험과 동료 교사와의 협의 및 문헌 연구를 토대로 분석하여 수준별 학습을 위한 하위 과정을 재구성하겠다. 보충과정에서는 학습 흥미를 통한 학습 개념을 이해할 수 있는 수업 모형과 자료를 제시하고, 심화 과정은 중·상위 학생들의 학습 욕구를 유지 발전시키기 위한 교수-학습 방법과 이에 필요한 보조 학습 자료를 제시해 보겠다.



## IV. 연구 결과 및 논의

중학 과학 힘과 운동 단원의 실험 수업을 심화·보충형 수준별 학습으로 하려면 교육과정은 어떻게 재구성하며, 기본과정은 어떻게 설정하고 심화·보충 과정은 어떻게 구성하는 것이 바람직한가를 고찰하기 위하여 실험 항목에 관한 교수·학습 곤란도와 수준별 수업의 필요성, 수준별 수업에 대한 과학교사들의 인식도, 수준별 학습 체계 및 지도방법에 대해 알아보겠다.

### 1. 교수·학습 곤란도와 수준별 수업의 필요성

중학교 과학 힘과 운동 단원의 실험 항목을 분석하기 위하여 현행 6차 교육과정에 의한 8종의 교과서에 나오는 실험 형태를 조사하였다. 교과서별로 실험 제목은 약간씩 다르나, 실험 내용이 비슷한 것은 같은 실험으로 분류하였는데, 표 IV-1.은 실험 제목에 따른 형태를 나타낸 것이다.

표 IV-1.의 기호별 출판사 명은 A는 지학사, B는 동아출판사, C는 교학사(송인명 외), D는 교학사(정창희 외), E는 한샘, F는 금성출판사, G는 동화사, H는 천재교육사를 나타낸다. 그리고 '실'은 실험, '탐' 탐구, '자' 자료 해석, '토' 토론, '나' 나의 탐구, '관' 관찰, '야' 야외 학습, '시' 시범 실험, '조' 조사, '해' 해보기, '기' 기본 조작을 의미한다.

표 IV-1.에서 보는 것처럼 실험 내용이 같더라도 실험 형태는 실험, 탐구, 자료 해석, 토론, 관찰, 야외 학습, 시범 실험, 조사, 해보기, 등 다양함을 알 수 있다. 이것은 힘과 운동 단원의 실험학습 형태가 유일한 방법만이 있는 것이 아니고, 여러 가지 방법으로 교수·학습할 수 있음을 나타낸다고 하겠다.

실제 학교 현장에서는 교과서 위주로만 교수·학습하고, 또한 학생들의 흥미, 적성, 능력을 고려치 않고 있어 힘과 운동을 이해하는데 많은 어려움을 겪고 있다.<sup>11-18)</sup> 그러므로 힘과 운동 단원의 실험 항목을 교수·학습할 때 학생들이 겪는 학습 곤란도를 알아보면 표 IV-2.와 같다.

표 IV-1. 힘과 운동 단원의 교과서별 실험 형태

실험 제목	교과서							
	A	B	C	D	E	F	G	H
힘의 크기 측정	실	실	시	실		실		측
같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성	탐	실	시	실				실
나란하지 않은 두 힘의 합성	실	실	실	실	실	실	실	실
등속 운동	실		나	자		해	자	자
낙하 운동	탐	실		자		시	자	
빗면에서의 물체의 운동		실	실			실	실	자
관성의 법칙	탐		나	해		해		실
힘과 속력의 변화	실	실	실	실	실	실	실	실
힘과 운동 방향의 변화	실	실	실	실	실	실	실	실
진자의 주기 측정	실	실	실	실	실	실	실	실

표 IV-2. 실험 항목에 대한 교수·학습 체계의 적절성

실험 제목	수업시수		학습 목표			개념 수준			학습곤란도		
	이론	실험	상	중	하	상	중	하	상	중	하
힘의 크기와 측정		1	●	●	●	●	●	○	●	●	○
같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성		1	●	●	●	●	●	◎	●	○	◎
나란하지 않은 두 힘의 합성	1	1	●	●	●	●	○	◎	○	◎	◎
등속 운동		1	●	●	●	●	●	●	●	●	●
낙하 운동	1	1	●	●	◎	○	◎	◎	○	◎	◎
빗면에서의 물체의 운동		1	●	●	◎	○	◎	◎	○	○	◎
관성의 법칙		1	●	●	●	●	●	●	●	●	◎
힘과 속력의 변화	2	1	●	●	◎	○	◎	◎	○	◎	◎
힘과 운동 방향의 변화		1	●	●	○	●	○	○	●	○	○
진자의 주기 측정	1	1	●	●	○	●	●	○	●	●	○
계	5	10	총 15시간								
학습 목표 : 적당 ● 보통 ○ 부적당 ◎ 개념 수준 : 쉽다 ● 보통 ○ 어렵다 ◎ 학습 곤란도 : 적음 ● 보통 ○ 많다 ◎											



표 IV-2.에 나타낸 학습목표와 개념 수준 및 학습 곤란도의 수준은 연구자의 현장 경험과 과학교사들과의 토의 과정을 거쳐 작성한 것이다. 표에서 알 수 있듯이 주요 실험 항목에 대한 학습 목표 및 학습 개념은 학습자에 따라 다양한 반응을 보인다. 학습자의 능력을 고려하지 않은 교수·학습은 상위 단계의 학습으로 갈수록, 특히 개념 중심으로 이동할수록 학습자는 더 심한 학습 곤란을 겪게 된다.

이러한 학습 곤란을 해소하고 학습 효과를 지속적으로 유지하기 위해서는 실험 항목의 내용을 재구성하여 기본과정을 설정하고 학생들의 능력에 따른 심화·보충형 수준별 교육을 할 필요가 있다고 하겠다. 표 IV-2.에 있는 실험 제목별로 학습자들이 겪고 있는 학습 개념과 수준별 학습이 필요한 이유를 알아보면 다음과 같다.

(1) 힘의 크기 측정 실험에서 주로 나타나는 학습 곤란은, 교과서의 탐구 방법을 조금 응용하면 하위 학생들은 어려워하고 흥미를 상실한다. 추의 수는 물체의 무게 또는 물체에 작용한 힘의 크기를 의미하고 있는데, 하위 학생들은 이와 같은 개념의 연계를 이해하지 못한다. 그리고 수학적 기초가 약한 학습자들은 비례 개념에 대하여 정성적인 해석 능력이 뒤떨어진다.

(2) 두 힘의 합성에 대해서 중·하위 학생들은 조작적 능력면에서 실험 설계를 하는데 어려워하며, 나란하지 않은 두 힘의 합성은 전시 학습에서의 학습 경험으로 초기 실험 설계는 충분히 할 수 있으나, 개념 정립을 위한 비교 실험에서는 학습 곤란이 나타난다.

그림 IV-1.과 같은 나란하지 않은 두 힘의 합성 실험은 다음과 같은 탐구 순서로 학습한다.

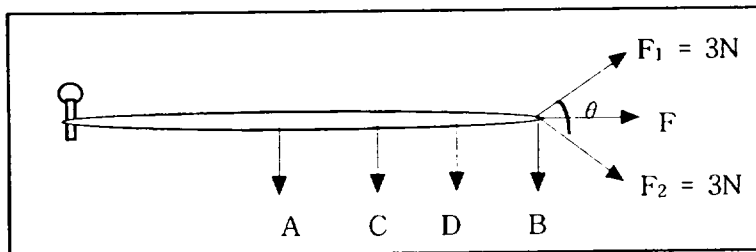


그림 IV-1. 나란하지 않은 두 힘의 합성 실험

첫째, 그림과 같이 고리에 연결된 고무줄을 A 위치에서 일정한 각을 주면서 B 점까지 당겼다. (단  $F_1$ 과  $F_2$ 의 힘의 크기를 같게 하면서 당긴다.)

둘째, 용수철 저울 1개를 떼어내고 저울 1개를 가지고 B지점까지 당겼다.

셋째, 위와 같은 실험으로 나란하지 않은 두 힘의 합성을 통하여 합력을 평행사변형법으로 구하고 힘의 효과를 나타낼 수 있다.

그런데 그림 IV-1.과 같은 실험에 대해서는 학습 곤란이 나타나지 않았으나, 각도를 변경하면서 합력을 구하고자 했을 때 학습 곤란을 나타내었다. 주로 나타나는 학습 곤란은 각의 크기를 변경해서 고무줄을 당길 때 B지점까지 당겨야 한다고 알고 있다. 이 때 저울의 눈금을 읽어보면 3N 보다 크게 나타난다.  $F_1$ 과  $F_2$ 의 힘의 크기를 같게 하면서 각도를 달리했을 때 나타나는 힘의 효과를 비교 설명하기 위해서는 C 나 D 위치까지 변형시켰을 때 합력의 크기와 방향을 비교할 수 있어야 한다. 연구자의 현장 경험과 과학교사들의 의견을 종합하면, 이와 같은 학습 곤란을 해소하기 위해서는 이론 1시간, 실험 1시간의 시수 운영보다는 실험·실습 2시간 연속 운영으로 교수·학습하였을 때가 학습 효과가 높다.

(3) 등속 운동에 대해 하위 학생들은 그래프 해석 능력에서 학습 곤란을 나타낸다. 그러나 교사의 보조를 통하여 그래프를 직접 그리고 해석할 수 있는 기회를 부여함으로써 학습 곤란을 해소할 수 있었다. 즉 학습 곤란의 원인은 실험·실습 시 학습자의 수준을 고려하지 않은 실험 조 편성에서 하위 학생들은 학습 도전 경험이 적은 것이 큰 원인이었다.

(4) 낙하 운동에 대해서는 많은 유개념과 더불어 학습 곤란이 나타난다. 학생들은 두 종류의 물체를 일정한 높이에서 떨어뜨릴 때 무거운 물체가 먼저 떨어진다는 오개념을 갖고 있다.<sup>21), 22)</sup> 그리고 낙하운동 기록 처리 과정에서 학습 곤란을 나타낼 수 있다. 이를 해소하기 위한 방법으로 시범실험 및 해보기 활동을 통하여 학습 동기를 부여할 수 있었다.

예를 들면, ① 질량이 다른 두 물체를 똑같은 높이에서 떨어뜨릴 때 어느 물체가 먼저 떨어질까? 중학교 과정에서는 공기의 저항이 없다고 가정하여 실험을 설계하고 개념을 일반화시킬 필요가 있다. ② A를 찰흙이라 하고 B를 쇠공이라 할 때 A위에 B를 올려 놓고 동시에 떨어뜨려 보자. 어느 것이 먼저 떨어

어지는가? 등이다. 이는 오개념 교정 및 자료처리 과정에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 중·하위 학생들은 속력이 변하는 운동의 기록과 자료 처리에 학습 곤란이 나타난다.

이를 해소하기 위해서는 기본·공통 과제를 교사의 시범실험으로 보여주고 하위 과정의 개설을 통하여 학습 곤란을 해소할 수 있을 것이다. 즉 상위 학생들은 조별 실험을 수행하고, 중·하위 학생들은 보충과정을 신설하여 교사와 더불어 탐구를 수행하는 방법이다. 시간이 모자라면 이론 시간까지 투여하여 2시간으로 탐구 과정을 재구성할 필요가 있다. 이론 시간이 개설되지 않은 교과서에서는 빗면에서의 물체의 운동을 통하여 이를 보충할 수 있다. 그리고 특히 자료처리 과정에서 학습자는 어려워한다. 이를 해소할 수 있도록 충분한 수업 시간 투여가 필요하다.

(5) 대부분의 교과서에 기술한 빗면에서의 물체의 운동에 대한 탐구 과정의 설계는 학교 현장에서 교수·학습하기에는 문제점이 많다. 중학교 수준에서 메트로놈과 커튼 고리를 이용한 물체의 운동을 측정하고 기록하기는 어렵다. 학생들은 “비탈길을 내려오는 물체는 점점 속력이 빨라지고, 언덕을 오르는 물체는 속력이 점점 느려진다”라고 알고 있다. 이러한 인지능력과 선수 학습 활동인 낙하운동의 기록과 해석 능력을 이용하면 학습 곤란을 해소할 수 있다. 특히 금성 교과서(주)의 중학교 1학년 1에 나온 실험 과정을 참고하면 학습 곤란을 해소하는데 많은 도움이 될 것이다.

(6) 관성의 법칙에 대해서는 일반적으로 학생들이 이해하기 어려운 개념이기 때문에 중·하위 학생들이 학습 개념을 좀 더 쉽게 이해할 수 있도록 STS 수업 및 다양한 해보기 활동이 필요하다.

(7) 힘과 속력의 변화 항목은 힘과 운동 방향의 변화와 진자의 주기 운동에 대하여 학습 한 후 학습할 수 있도록 교육과정을 재구성할 필요가 있다. 왜냐하면 운동의 제2법칙에 대한 기초 개념을 이해하는데 많은 학습 곤란이 나타나기 때문이다. 중학교 1학년 학생들은 구체적 조작능력과 개념의 일반화에 약하기<sup>23-31)</sup> 때문에, 실험 결과 처리에 대한 자료해석 능력이 부족하다. 주어진 수업 시수를 최대한 이용하여 이론보다는 탐구 중심으로 수업 과정을 재구성할 필요가 있다.

어지는가? 등이다. 이는 오개념 교정 및 자료처리 과정에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 중·하위 학생들은 속력이 변하는 운동의 기록과 자료 처리에 학습 곤란이 나타난다.

이를 해소하기 위해서는 기본·공통 과제를 교사의 시범실험으로 보여주고 하위 과정의 개설을 통하여 학습 곤란을 해소할 수 있을 것이다. 즉 상위 학생들은 조별 실험을 수행하고, 중·하위 학생들은 보충과정을 신설하여 교사와 더불어 탐구를 수행하는 방법이다. 시간이 모자라면 이론 시간까지 투여하여 2시간으로 탐구 과정을 재구성할 필요가 있다. 이론 시간이 개설되지 않은 교과서에서는 빗면에서의 물체의 운동을 통하여 이를 보충할 수 있다. 그리고 특히 자료처리 과정에서 학습자는 어려워한다. 이를 해소할 수 있도록 충분한 수업 시간 투여가 필요하다.

(5) 대부분의 교과서에 기술한 빗면에서의 물체의 운동에 대한 탐구 과정의 설계는 학교 현장에서 교수·학습하기에는 문제점이 많다. 중학교 수준에서 메트로놈과 커튼 고리를 이용한 물체의 운동을 측정하고 기록하기는 어렵다. 학생들은 “비탈길을 내려오는 물체는 점점 속력이 빨라지고, 언덕을 오르는 물체는 속력이 점점 느려진다”라고 알고 있다. 이러한 인지능력과 선수 학습 활동인 낙하운동의 기록과 해석 능력을 이용하면 학습 곤란을 해소할 수 있다. 특히 금성 교과서(주)의 중학교 1학년 1에 나온 실험 과정을 참고하면 학습 곤란을 해소하는데 많은 도움이 될 것이다.

(6) 관성의 법칙에 대해서는 일반적으로 학생들이 이해하기 어려운 개념이기 때문에 중·하위 학생들이 학습 개념을 좀 더 쉽게 이해할 수 있도록 STS 수업 및 다양한 해보기 활동이 필요하다.

(7) 힘과 속력의 변화 항목은 힘과 운동 방향의 변화와 진자의 주기 운동에 대하여 학습 한 후 학습할 수 있도록 교육과정을 재구성할 필요가 있다. 왜냐하면 운동의 제2법칙에 대한 기초 개념을 이해하는데 많은 학습 곤란이 나타나기 때문이다. 중학교 1학년 학생들은 구체적 조작능력과 개념의 일반화에 약하기<sup>23-31)</sup> 때문에, 실험 결과 처리에 대한 자료해석 능력이 부족하다. 주어진 수업 시수를 최대한 이용하여 이론보다는 탐구 중심으로 수업 과정을 재구성할 필요가 있다.

어지는가? 등이다. 이는 오개념 교정 및 자료처리 과정에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 중·하위 학생들은 속력이 변하는 운동의 기록과 자료 처리에 학습 곤란이 나타난다.

이를 해소하기 위해서는 기본·공통 과제를 교사의 시범실험으로 보여주고 하위 과정의 개설을 통하여 학습 곤란을 해소할 수 있을 것이다. 즉 상위 학생들은 조별 실험을 수행하고, 중·하위 학생들은 보충과정을 신설하여 교사와 더불어 탐구를 수행하는 방법이다. 시간이 모자라면 이론 시간까지 투여하여 2시간으로 탐구 과정을 재구성할 필요가 있다. 이론 시간이 개설되지 않은 교과서에서는 빗면에서의 물체의 운동을 통하여 이를 보충할 수 있다. 그리고 특히 자료처리 과정에서 학습자는 어려워한다. 이를 해소할 수 있도록 충분한 수업 시간 투여가 필요하다.

(5) 대부분의 교과서에 기술한 빗면에서의 물체의 운동에 대한 탐구 과정의 설계는 학교 현장에서 교수·학습하기에는 문제점이 많다. 중학교 수준에서 메트로놈과 커튼 고리를 이용한 물체의 운동을 측정하고 기록하기는 어렵다. 학생들은 “비탈길을 내려오는 물체는 점점 속력이 빨라지고, 언덕을 오르는 물체는 속력이 점점 느려진다”라고 알고 있다. 이러한 인지능력과 선수 학습 활동인 낙하운동의 기록과 해석 능력을 이용하면 학습 곤란을 해소할 수 있다. 특히 금성 교과서(주)의 중학교과학 1에 나온 실험 과정을 참고하면 학습 곤란을 해소하는데 많은 도움이 될 것이다.

(6) 관성의 법칙에 대해서는 일반적으로 학생들이 이해하기 어려운 개념이기 때문에 중·하위 학생들이 학습 개념을 좀 더 쉽게 이해할 수 있도록 STS 수업 및 다양한 해보기 활동이 필요하다.

(7) 힘과 속력의 변화 항목은 힘과 운동 방향의 변화와 진자의 주기 운동에 대하여 학습 한 후 학습할 수 있도록 교육과정을 재구성할 필요가 있다. 왜냐하면 운동의 제2법칙에 대한 기초 개념을 이해하는데 많은 학습 곤란이 나타나기 때문이다. 중학교 1학년 학생들은 구체적 조작능력과 개념의 일반화에 약하기<sup>23-31)</sup> 때문에, 실험 결과 처리에 대한 자료해석 능력이 부족하다. 주어진 수업 시수를 최대한 이용하여 이론보다는 탐구 중심으로 수업 과정을 재구성할 필요가 있다.

(8) 힘과 운동 방향의 변화 항목은 교과서마다 실험 과정이 비슷하다. 그렇지만, 정창희외 11인이 저술한 교학사의 과학 교과서에 나오는 고리 자석을 이용한 탐구 실험은 학습자의 흥미를 유지시키는데 큰 도움을 줄 수 있다. 특히, 극성이 나타나는 고리 자석을 준비하여 인력과 척력에 따라 운동 방향이 바뀌는 탐구 활동은 학습자의 흥미를 지속적으로 유지할 수 있다. 그리고 보충·심화과정에서는 일상 생활에서 경험할 수 있는 소재를 이용한 STS 수업이나, NIE 수업 역시 학습 흥미를 유발하고 개념을 일반화하는데 도움을 준다. STS 및 NIE 학습 소재로는 볼링, 야구, 골프 등의 소재를 이용할 수 있다.

(9) 진자의 주기 운동 항목에서 학습자들이 겪고 있는 학습 곤란 요소는 별로 없다고 볼 수 있다. 단지 주기 운동 실험은 실험 설계의 잘못으로 왕복 운동보다는 회전 운동을 일으키는 곤란이 나타나고 있다. 그리고 진자의 주기 운동 실험은 탐구 과정이 다양하여 개념을 일반화시키는데 수업 시간이 많이 소요된다. 이를 해소하기 위해서는 이론과 실험을 병행해서 하기보다는 탐구 중심의 연속 실험을 통하여 학습자들이 다양한 반복 실험을 수행할 때 학습 곤란을 해소할 수 있을 것이다.

이와 같이 힘과 운동 단원에 대하여 실험 항목별로 학생들은 학습 곤란이 나타나고 있다. 이를 해소하고 학습의 흥미를 유발하고 학습 효과를 높이기 위해서는 학생들의 학습 속도를 학습 깊이에 따라 조절할 필요가 있다. 이와 같은 이유로 인하여 수준별 학습이 필요성과 학습 방법을 교과서 중심에서 학습자의 학습 속도 및 학습 깊이에 따라 단원을 재구성하여 실험 항목별로 제시하면 표 IV-3.과 같다.

**표 IV-3. 주요 실험에 대한 학습 개념 및 수준별 수업이 필요한 이유**

실험 제목	주요 개념	수준별 수업이 필요 이유
힘의 크기 측정	· 용수철의 길이 변화와 힘의 크기는 비례	· 실험 방법 다양화 및 개념의 일반화 · 탄성계수의 기초 개념 이해 · 그래프의 정량적 해석

표 IV-3. 계속

실험 제목	주요 개념	수준별 수업이 필요 이유
같은 방향의 두 힘의 합성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 힘의 효과에 대한 정량적 해석 능력 배양</li> <li>· 합력과 합성에 대한 개념 이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실생활 소재를 이용한 개념의 일반화 및 구체적 조작 능력 신장</li> <li>· STS 소재를 통한 인성 교육 함양</li> <li>· 힘의 효과에 대한 해석 능력 배양</li> </ul>
나란하지 않은 두 힘의 합성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 나란하지 않은 두 힘의 합력의 크기 및 방향을 알 수 있다.</li> <li>· 평행사변형법 작도법을 이용한 합력 구하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중, 상위 학생에 대한 탐구의 다양화 및 구체적 조작 능력 신장</li> <li>· 하위 수준 학생들의 학습 곤란 해소 및 학습 흥미의 지속적 유지</li> <li>· 힘의 평형 개념 정립</li> </ul>
등속운동	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료 해석을 통해 등속 개념 및 그래프 작성을 통한 과학적 개념 이해</li> <li>· 빠르기 개념 이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중, 상위 학생에 대한 탐구의 다양화 및 후속 학습과의 연계성 고려</li> <li>· 하위 수준 학생들의 학습 곤란 해소 및 학습 흥미의 지속적 유지</li> <li>· 학습 목표 수행 방법의 다양화</li> </ul>
낙하운동	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료 해석 능력 함양</li> <li>· 일상 생활에서 운동 개념 이해.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상위 학생들은 실험 수행 능력 및 자료 해석 능력 미약</li> <li>· 오개념 요소, 인지 갈등 요인 수정을 통한 학습 흥미도 유지</li> <li>· 자료 해석 능력 부족</li> </ul>
빗면에서의 물체의 운동	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 힘과 속력 변화</li> <li>· 평균 속력</li> <li>· 시간기록계 사용법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시간 기록계 사용의 미흡</li> <li>· 박자기 사용 시 실험 측정이 잘 안됨</li> <li>· 자료 해석시 원리 이해 부족</li> </ul>
관성의 법칙	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 관성의 개념</li> <li>· 관성의 예</li> <li>· 물체의 운동 상태 변화의 원인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물체의 관성 때문에 일어나는 현상에 대한 소재 이용 능력 배양</li> <li>· 관성과 등속운동 개념 이해</li> <li>· 오개념 요소, 인지 갈등 요인 수정</li> </ul>
힘과 속력의 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 힘과 속력의 관계</li> <li>· 힘과 질량의 관계</li> <li>· 등가속도 운동의 기초 개념</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실험 수행 능력 및 결과 해석 능력 부족</li> <li>· 실험 결과의 정량적 해석에 대한 학습 곤란도 나타남</li> </ul>

**표 IV-3. 계속**

실험 제목	주요 개념	수준별 수업이 필요 이유
힘과 운동 방향의 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 운동 방향과 질량</li> <li>· 운동 방향과 자석의 세기</li> <li>· 운동 방향과 힘의 세기와 의 관계를 이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물체의 운동 방향과 힘의 크기에 대한 학습 수준의 적절성을 분석</li> <li>· 학생 능력에 맞는 수업 방법의 다양화를 통하여 학습 목표 및 개념 이해</li> </ul>
진자의 주기 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주기와 질량</li> <li>· 주기와 진동수</li> <li>· 주기와 진폭</li> <li>· 주기와 진자의 길이</li> <li>· 진자의 등시성 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실험 설계 능력 함양</li> <li>· 진자의 등시성 및 공진 현상 이해</li> <li>· 실험 결과 해석 능력 함양 등</li> <li>· 힘과 운동에 대한 오개념 수정</li> <li>- 교재를 재구성하여 수준별로 제시</li> </ul>

## 2. 수준별 수업에 대한 과학교사들의 인식도

중학교 과학교사들의 수준별 수업에 대한 지식의 정도와 정보 습득 방법, 교수·학습 경험, 수준별 학습시 학습자의 흥미도, 수준별 수업의 필요 여부와 현장의 문제점들을 설문 조사한 내용을 중심으로 분석해 보겠다.

### 1) 수준별 수업 경험 및 학습 흥미도

힘과 운동 단원 수준별 수업에 대한 과학교사들의 인식과 학생들의 흥미도를 제주도 내 중학교 과학 교사 100명에게 부록 1.과 같은 설문지를 발송하여 조사하였다. 회수율은 73%로 응답 교사의 성별과 세부 전공은 표 IV-4.와 같다

**표 IV-4. 응답교사의 성별과 세부 전공**

성별 \ 전공	물리	화학	생물	지구과학	계(백분율 : %)
남	27	10	8	2	47(64.4)
여	4	11	10	1	26(35.5)
계(백분율 : %)	31(42.5)	21(28.8)	18(24.7)	3(4.1)	73(100)



표 IV-4.를 보는 바와 같이 물리 전공 교사가 응답 교사의 42.5%를 차지하고 있으며, 지구과학 전공 교사는 아주 적다. 이것은 제주도 내 중학교 과학교사 중 지구과학을 전공한 교사는 극히 일부분에 불과하기 때문이다.

응답 교사의 연령 분포는 20대 2명(남 0, 여 2), 30대 31명(남 18, 여 13), 40대 28명(남 20, 여 8), 50대 12명(남 9, 여 3)으로 30~40대가 주종을 이루고 있다. 그리고 교육 경력은 5년 미만 5명(남 2, 여 3), 6~10년 22명(남 16, 여 6), 11~15년 20명(남 13, 여 7), 16~20년 12명(남 5, 여 7), 20년 이상 14명(남 11, 여 3)으로 대다수 응답 교사가 교육 경력 5년 이상이다.

교육개혁에서 요구하는 중학교 수준별 교수·학습 지도에 대한 중요성을 묻는 질문에 매우 중요하다 12명(남 10, 여 2), 중요하다 34명(남 18, 여 16), 보통이다 21명(남 15, 여 6), 그저 그렇다 6명(남 4, 여 2)이 응답하였다. 이로부터 수준별 교육의 중요성을 인식하는 과학 교사는 46명(남 28, 여 18)으로 남교사는 응답 남교사의 59.6%, 여교사는 응답 여교사의 69.2%를 보이고 있어 여교사들이 남교사보다 수준별 과학교육의 중요성을 더 인식하고 있다.

설문에 응답한 73명의 교사 중 65.8%인 48명의 교사가 수준별 수업에 대한 경험이 있었다고 응답하고 있는데, 교사들의 수업 경험의 빈도와 학생들의 흥미도를 알아보면 표 IV-5.와 표 IV-6.과 같다.

**표 IV-5. 수준별 수업 경험 및 학생들의 흥미도**

질문		응답 유형					계
		없음	1-2회	3-4회	5-6회	7회 이상	
1) 수준별 교수 학습 자료의 개발 및 수업 경험은 ?	빈도(명)	25	32	8	4	4	73
	백분율 (%)	34.2	43.8	11.0	5.5	5.5	100

**표 IV-6. 수준별 수업에 대한 학생들의 흥미도**

질문		응답 유형					계
		매우 흥미롭다	흥미롭다	보통이다	재미 없다	매우 재미없다	
2) 수준별 학습에 대한 학생들의 학습 흥미도는?	빈도(명)	4	23	19	2	0	48
	백분율 (%)	8.3	47.9	37.6	4.2	0.0	100

표 IV-5.에서 보는 것처럼 현장 교사들은 수준별 학습에 대하여 상당한 관심을 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 표 IV-6.에 의하면 수준별 수업에 대해 학생들이 흥미로워 한다고 응답한 과학교사는 수준별 수업 경험 교사의 56.2%를 차지하고 있어, 수준별 수업이 학생들에게 긍정적인 학습 흥미를 유발한다고 할 수 있다. 그러나 교사들의 수준별 학습의 경험은 1-2회인 교사가 43.8%인 것으로 보아 학교 현장에서 수준별 수업을 하는데 많은 제약이 있음을 알 수 있다.

## 2) 수준별 학습에 대한 교사들의 지식 및 정보 이용 매체

현장 과학교사들의 수준별 학습에 대한 정보 이용 매체와 지식의 정도를 알아보기 위해 설문 조사하였는데, 응답 교사들의 반응은 표 IV-7.과 같다.

표 IV-7. 수준별 학습에 대한 교사들의 지식의 수준

성별 지식의 수준	남교사 (%)	여교사 (%)	계 (%)
매우 많음	1 (2.1)	0 (0.0)	1 (1.4)
많음	1 (2.1)	1 (3.8)	2 (2.7)
보통이다.	28 (59.6)	12 (46.2)	40 (54.8)
다소 부족하다.	14 (29.8)	10 (38.5)	24 (32.9)
매우 부족하다	3 (6.4)	3 (11.5)	6 (8.2)
계	47(100)	26 (100)	73 (100)

표 IV-7.에서 알 수 있듯이 수준별 학습에 대한 지식의 정도를 묻는 질문에 남교사는 63.8%, 여교사는 50%가 수준별 학습에 보통 이상의 지식을 갖고 있다고 응답했다. 그러나 1996년 2월 9일에 신교육체제 수립을 위한 교육개혁 방안(Ⅱ)이 발표되고, 일선 교육현장에서 수준별 수업이 활발히 진행되고 있는 실정인데도 전체적으로 58.9%의 과학교사만이 일정한 지식을 갖고 있다는 것은 수준별 수업에 대한 정보 습득이 원활치 못하다고 할 수 있다. 과학교사들의 수준별 수업에 대한 정보 및 자료 이용 매체를 분석해 보면 표 IV-8.과 같다.

**표 IV-8. 수준별 학습에 대한 정보 이용 매체**

구 분	신문,TV	컴퓨터통신	동료 교사	연 수	자료를 얻지 못함	계
빈도(명)	4	5	19	26	19	73
백분율(%)	5.5	6.9	26.0	35.6	26.0	100

표 IV-8.에서 보는 바와 같이 일선 교사들의 수준별 수업에 대한 정보 습득 과정에는 방법의 제고가 필요함을 나타내고 있다. 표에 의하면 61.6%의 교사들이 동료 교사나 연수를 통하여 수준별 수업에 대한 정보를 얻고 있다고 했다. 그러나 연수 통한 정보 습득은 신문이나 통신에 비하여 정보 전달 효과가 떨어진다. 21세기는 정보화 사회이므로 교육 현장의 교육정보화 사업이 수준별 교육의 성패를 좌우할 수도 있을 것이다.

또한 수준별 교수·학습을 위해 필요한 지원책을 묻는 질문에 응답 교사의 38.4%가 교사의 수업 경감 및 교원 확충이 필요하다고 응답했으며, 그 다음으로 국가 수준의 통일된 수준별 학습 자료의 개발 및 보급이 필요하다고 37.0%로 나타났다. 그리고 과학교사 양성 정책의 변화가 필요하다고 6.8%이다. 이외에도 수업 시간 편성 자율권 부여 및 특별 교실의 확충 그리고 정밀한 실험 실습 기자재의 확충 순으로 응답하였다. 자기 주도적 학습 능력을 배양하고 학습자 중심의 다양한 교육을 위해서는 현장의 요구를 지원하는 정책적 배려가 뒷받침되어야 할 것이다.

### 3) 근무지별(도·농간) 교사들의 수준별 수업 경험도

도시지역 학교에 근무하는 과학교사들과 농촌지역 학교에 근무하는 과학교사들의 수준별 수업에 대한 경험을 위하여 설문조사한 결과, 도시 지역 44명, 읍 지역 23명, 면 지역 4명, 도서지역 2명, 총 73명의 교사가 설문에 응답하였는데, 응답 교사의 65.8%가 수준별 수업에 대한 경험도를 갖고 있음으로 이를 다시 도시 지역과 읍·면 지역(도서지역 포함)으로 나누어 분석해 보면 도시 지역에 근무하는 교사들의 63.6%, 농어촌 지역에 근무하는 교사들의 69.0% 과학교사들이 수준별 수업 경험이 있는 것으로 조사되었다. 도·농간에 큰 편차는 없었

으나 시 지역 보다 읍·면 지역(도서지역 포함) 교사들의 수준별 수업에 대한 경험이 다소 높게 나타났는데, 남, 녀 교사별로 분석한 결과는 표 IV-9와 같다. 이는 도시지역보다 농·어촌 지역의 교육 환경이 많이 개선되고 있음을 나타낸다고 하겠다.

표 IV-9. 근무지에 의한 과학교사들의 수준별 수업 경험도

구 분		실시		미실시		계	
		명	백분율(%)	명	백분율(%)	명	백분율(%)
시 지역	남	18	64.3	10	35.7	28	100
	여	10	62.5	6	37.5	16	100
	계	28	63.6	16	36.4	44	100
읍·면(도서지역 포함)지역	남	13	68.4	6	31.7	19	100
	여	7	70.0	3	30.0	10	100
	계	20	69.0	9	31.0	29	100

#### 4) 수준별 수업을 위한 교육과정의 편제와 평가 문제

과학과 수준별 수업을 위한 교육과정의 편제와 평가의 다양성을 묻는 질문에 응답한 내용을 분석하면 다음과 같다.

(1) 하위 수준의 학생들에게 과학 지식, 흥미, 태도 등을 유발시키는 교수·학습 방법으로 개발된 보조 학습 자료가 있다면 어떻게 활용하겠는가에 대해, 별도의 학습지(개발된 보조 자료)를 가지고 교사가 학생과 함께 탐구를 수행한다 54.8%(40명), 별도의 학습지를 투여하여 보조교사의 안내를 받으면서 학습한다 31.5%(23명), 학습지를 갖고 학생 스스로 해보게 한다 12.3%(9명) 순이었다.

과학교사들이 별도의 학습지를 하위 수준 학생들에게 투여하여 학생과 함께 탐구활동을 함으로써 학습효과를 높이려고 한다는 것은 바람직하다고 할 수 있다.

(2) 수준별 탐구학습에 적당한 실험조의 구성 인원은 4명이 53.4%, 3명이 31.5%, 5명이 13.7%, 6명이 1.4% 순으로 과학교사들이 응답하고 있다. 그러므로 대부분의 과학교사들은 실험조의 구성 인원을 조당 3~4명이 적당하다고 보고 있는 것이다.

(3) 수준별 수업 시 보조 학습자료에 포함되어야 할 내용에 대해서 과학교사들은 실생활 소재를 중심으로 다양한 탐구 학습 주제의 예시에 61.6%, STS적 학습 요소에 대하여 16.4%의 교사가 추가 기술이 필요하다고 했으며, 탐구 주제에 대한 오개념 요소와 해결 방법에 대한 해설에 8.3%, 과학사 등의 읽을거리의 다양화에 13.7%의 응답 교사가 필요하다고 하였다.

(4) 평가 방법에 대한 질문에는 45.2%의 교사가 수준별 평가는 환산표를 만들어 통합적으로 평가할 필요가 있다고 응답한 반면, 28.8%의 교사들은 점수에 의한 평가를 지양하고 과학인지 능력과 정의적 능력을 서술형으로 평가할 필요가 있다고 응답했다. 그러나 수준별로 평가해야 된다고 응답한 교사는 15.1%로 적게 나타났으며, 일률적으로 평가해야 된다는 교사는 11.0%에 불과하였다. 이러한 응답 유형은 수준별 학습에 대한 평가는 국가 수준에서의 객관적인 환산표를 만들어서 평가를 하거나, 서술 평가가 바람직하다는 것을 나타낸다고 하겠다. 그러므로 평가에 대한 지속적인 연구와 더불어 평가에 대한 규정과 척도가 조기에 마련되어야 한다.

(5) 교육 개혁과 중학교 수준별 교수·학습 지도에 대한 중요성을 묻는 질문에 수준별 수업이 중요하거나 매우 중요하다고 응답한 교사가 63%, 보통이라고 응답한 교사가 28.8%로 나타난 것으로 보아 현장 교사들은 수준별 수업에 대한 중요성은 인정하고 있다. 그러나 수준별 학습의 현장 적용에는 다소 부정적이었다. 국가나 지방 수준의 수준별 교수 학습 자료를 개발해서 일선 현장에 지원했을 때 수준별 수업을 해 나갔는가? 라는 질문에 수준별 학습의 현장 적용에는 다소 부정적이었다. 지속적으로 해 나가겠다고 응답한 교사가 49.3%, 현 제도하에서는 불가능하다 35.6%, 잘 모르겠다 15.1%로 나타났다.

(6) 교육 개혁과 수준별 수업이 교육 현장에 정착되어 학습자 중심의 다양한 교육 활동이 이루어지기 위해서는 교육제도 개선뿐만 아니라 교사들의 의식 전환이 요구된다. 설문에 응답한 73명(복수 응답 인정)의 교사들은 수준별 교육의 확대 및 정착을 위하여 다음과 같은 정책적 배려 및 지원 방안을 요구하고 있다.

첫째, 수준별 집단 구성원의 적정 인원수에 대한 문제이다. 설문에 응답한 73명의 교사 중 84.9%(남 39명, 여 23명)의 교사가 수준별 집단 구성원의 적정

인원수에 대한 문제를 지적했다.

둘째, 수준별 반 편성 시 교사의 선정 문제다를 6.8% (9명)의 과학교사가 제기하였는데, 수준별 학습은 하위 과정을 통하여 학습이 지속적으로 유지될 수 있다. 이를 위해서는 보통과정과 심화과정을 이수하는 하위 과정 학생들을 담당하는 전담교사가 있어야 하며 기존의 과학교사들에게도 특별연수가 필요하고, 수준별 교수·학습에 관한 교육방법의 개발·보급이 수반되어야 할 것이다.

셋째, 수준별 반 편성에 대한 기준의 명확성과 평가의 타당성이다. (27명; 37.0%) 이에 대해서 국가 수준의 평가 척도가 개발되어야 할 것이며, 지속적으로 현장 적용을 통한 연구 개발이 선행되어야 할 것이다.

넷째, 교사의 수업 시수 경감과 교원 확보 (28명; 38.4%)와 특별 교실의 확충 (6명; 8.2%)을 지적하고 있다. 과학 실험수업에서의 수준별 수업은 다양한 공간이 필요할 것이므로 시설의 확충과 교원 확보는 반드시 있어야 할 것이다. 그 외로 설문 조사한 내용을 분석해 보면, 다음과 같은 4 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 중학 과학 힘과 운동 단원 10개 실험 항목 각각에 대해 과학교사들이 주로 사용하는 교수·학습 방법으로는 일제식 교육으로 한다고 응답한 과학교사가 60% 이상이며, 개별화교육은 16%~26% 정도이고 수준별 교육을 한다고 응답한 교사는 8%~22% 정도로 조사되었다.

학교 현장의 다수의 과학교사들은 실험 수업을 하더라도 전통적인 일제식 교육으로 교수·학습에 임하고 있음을 알 수 있다.

둘째, 주요 10개 실험 항목에 대해 수준별 실험 실습 활동이 필요하다고 생각하는 실험 제목은 ① 나란하지 않은 두 힘의 합성, ② 빗면에서의 물체의 운동, ③ 힘과 속력의 변화, ④ 낙하운동 순으로 조사되었는데, 응답 교사의 62%~77% 교사들이 필요성을 인정하고 있다.

셋째, 수준별 실험이 필요없다고 응답한 교사들 중 그 이유로 진술한 과반수의 응답 유형을 알아보면, 나란하지 않은 두 힘의 합성 실험과 진자의 주기 운동 실험은 중학교 수준에서 너무 어렵기 때문이고, 힘의 크기 측정 실험과 같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성 실험은 중학생의 지적 수준에는 전부 할 수 있는 실험이라고 응답하였다. 그 외 나머지 6개 실험 항목에 대해서는 해보거나 관찰, 자료 해석 등을 통하여 개념을 일반화시킬 수 있기 때문에 수준별

실험을 할 필요가 없다고 과반수의 응답 교사들이 의견 제시를 하고 있다. 그렇지만, 창의성 개발과 탐구력 배양을 위해서는 자기주도적 학습 능력을 키워야하며, 학습자의 능력과 수준에 맞게 다양한 교수·학습 방법은 있어야 할 것이다.

넷째, 교과서 내용과 학생들의 성취도 수준과의 관계에 대해서는 ① 나란하지 않은 두 힘의 합성, ② 낙하운동, ③ 빗면에서의 물체의 운동, ④ 힘과 속력의 변화 실험 항목은 상급 수준(80점 이상)에 적당하다고 과반수의 응답 교사들이 생각하고 있고, 나머지 6개의 실험 항목은 중급 수준(60~79점)이라고 보고 있다.

### 3. 수준별 학습 체계와 및 지도 방법

중학과학 힘과 운동 단원 실험 항목에 대하여 학습 목표와 주요 개념 및 학생들의 학습 시 어려움을 지금까지 알아본 결과, 학습자의 학습 속도 및 학습 깊이에 따라 수준별 교수·학습이 있어야 함을 알 수 있었다.

그러므로 여기서는 중학교 수준별 과학교육을 위한 힘과 운동 단원의 학습 체계와 지도방법에 관해서 알아보겠다..

#### 1) 힘의 크기 측정

힘의 크기 측정 실험 항목에서는 용수철에 추를 달았을 때 추의 수와 용수철이 늘어나는 길이와의 관계를 이용하여 힘의 크기를 측정할 수 있다가 학습목표이다. 즉, 학습자는 용수철의 늘어난 길이 변화로 힘의 크기를 비교할 수 있으며, 이를 측정할 수 있음을 탐구를 통하여 알 수 있다.

이 실험 항목의 학습 목표는 중학생들의 인지 수준에 적당하다고 할 수 있다. 그리고 8종의 과학 교과서에 제시된 실험 활동 주제 및 학습 개념 역시 학습자의 인지 수준에 적당하다고 하겠다. 교학사(정), 교학사(송), 금성출판사, 지학사, 동아출판사, 천재교육 등에서 “힘의 크기는 어떻게 측정할 수 있을까 ?”라는 실험 제목 하에 “용수철의 늘어난 길이는 추의 수에 비례한다”는 개념을 용

수철 저울의 원리를 이용하여 일반화하고 있다. 그러나 탐구 수행 결과 학습자들의 반응은 다양하게 나타난다. 그러므로 학습자의 학습 속도 및 학습 깊이에 따라 다양한 학습 자료를 투여하고 흥미유발 할 수 있는 다양한 교수·학습에 의한 수준별 학습 전개가 필요하다.

심화·보충형 수준별 학습에서 기본 공통 과제로서는 교과서 수준의 활동을 하게 하거나, 탄성이 다른 용수철을 가지고 분단별로 탐구하도록 할 수 있다. 이러한 탐구 과정의 다양화는 탄성계수의 기초 개념을 익히고 개념을 일반화하는데 도움이 될 것이다.

기본 과정을 마친 후에는 학습 속도에 따라 하위 과정을 다음과 같이 안내할 수 있다. 보통과정으로 물성이 같은 용수철을 직렬과 병렬로 연결하여 교과서 수준의 실험을 반복하게 한다. 이러한 실험을 통해 물체의 탄성을 이용하여 실생활에 사용되는 물체의 과학적 원리를 이해시킬 수 있다. 예를 들면, 어린이들이 즐겨 사용하는 '스카이 콩 콩' 과 같은 놀이 기구는 발판에 연결된 용수철의 탄성을 높일수록 운동의 효과는 크게 나타나므로 관련성을 안다면 학습효과는 높게 나타날 것이다.

그리고 용수철을 병렬로 연결한 실험 과정에 의해 힘이 크기(물체의 무게)가 같더라도 탄성력은  $1/2$ 로 분배됨을 알 수 있고, 이로부터 무거운 물체를 들어 올릴 때 힘을 나누면 그만큼 힘이 덜 들게 된다는 사실을 알게 함으로써 한 사람의 힘보다는 여러 사람의 힘이 중요함을 인식할 수 있게 되어 학생들의 인성 함양에도 이바지 할 수 있을 것이다.

학습 속진자 그룹을 위해서는 학습 목표를 높게 설정하여 수업 전개를 하여야 한다. 예를 들면, '추의 수 대신 힘의 크기나 물체의 무게에 따른 용수철의 늘어난 길이는 어떨까?' 등으로 학습 목표를 구체화하여 학습을 진행시키는 방법이다.

이와 같은 실험 수행을 하고 나면 정성적이고 정량적으로 힘의 크기를 측정하는 원리를 이해할 수 있다. 그러나 다수의 과학교사들은 학습 곤란 요소가 나타나지 않는다는 이유로 수준별 실험이 필요 없다고 하지만 학습자의 학습 속도 및 학습 깊이에 따라 능력과 적성에 맞게 수준별 교육은 하여야 한다.

지금까지 알아본 증거에 기초하여 힘의 크기 측정 실험 항목을 학생들의 학



습 능력과 학습 속도를 고려한 수준별 학습 체계도는 표 IV-10.과 같다.<sup>7)</sup>

여기서 학습 능력이라 함은 교과 항목의 학습 개념 및 학습 개념의 심화 요소이고, 학습 내용은 학습자의 인지 능력에 따라 학습 과정의 차별적 투여(학습 방법면에서)를 의미한다. 학습 과정에서의 정리는 심화·보충 과정에서의 학습 내용을 총괄적으로 정리하는 것으로, 모든 학습자 집단에 공통적으로 적용하는 것을 원칙으로 하고, 이를 기초로 학기 중 또는 학기말에 평가를 실시한다.

**표 IV-10. 힘의 크기 측정에 대한 수준별 학습 체계도**

심화 과정	* 탄성계수, 무게, 힘의 크기에 대한 용수철의 길이 변화, 탄성계수가 다른 용수철의 길이 변화 비교, 용수철의 직렬 연결과 병렬 연결에 의한 힘의 크기 측정.	정 리	-실험 결과 정리 -그래프 작성법 및 해석(정량적) -직렬 연결과 병렬 연결 -실험을 통한 인성 교육 유도
기본 과정	교과서 수준의 활동		
보충 과정	* 교과서 내용 반복, 탄성계수가 다른 용수철 길이 변화 비교. 탐구 주제의 다양한 예시		

표 IV-10.과 같은 수준별 학습 체계도에 의한 기본과정과 보충 및 심화과정의 실험은 부록 2.에 제시하였다.

## 2) 같은 방향의 두 힘

같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성에 대한 실험 항목에 대해 교과서 수준은 대부분의 학생들이 학습 개념을 정성적으로 해석하는데 있어 학습 곤란은 크게 나타나지 않는다.

그러나 하위 수준의 학생들은 실험 설계 과정에서 학습에 곤란을 겪고 있다. 하위 학생들의 학습 곤란을 해소하고 상위 학생들의 심도 있는 학습을 위해서는 수준별 교수·학습 및 자료의 추가 투입이 필요하므로 수준별 학습의 준거를 마련할 수 있다.

중학생들은 추상적 개념과 구체적 조작 능력의 시작 단계이므로 실험 설계 능력이 뒤떨어진다. 그러므로 하위 수준 학생들은 교사나 보조 교사의 도움을

받아 실험을 설계하고 탐구를 수행한다. 실생활의 소재를 이용한 STS 학습으로 개념을 일반화시킬 수도 있다. 예를 들면, '청소부 아버지와 아들의 아침 청소'를 소재로 한 리어카 끌기 등은 좋은 학습 소재로서 학습자의 인성 교육에도 도움이 된다.

중·상위 학생들은 학습 속도가 빠르게 나타나므로 학습 욕구를 상승 발전시킬 필요가 있다. 이를 위해서는 교과 내용의 실험과 병행하여 반대 방향의 두 힘의 합성을 학습자의 수준에 따라 투여할 필요가 있을 것이다. 지적·정의적인 능력이 뛰어난 학습자에게 교과 내용보다 수준 높은 자료를 연속적으로 투여한다면 학습 효과와 흥미유발을 크게 높일 수 있다. 이와 같은 준거를 토대로 두 힘의 합성 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도는 표 IV-11.와 같다. 두 힘의 합성에 대한 수준별 기초과정과 심화·보충과정을 위한 학습 지도 자료는 부록 2.에 제시하였다.

표 IV-11. 두 힘의 합성 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 반대 방향의 두 힘의 합성, 두 힘의 평형, 실생활에서 소재를 찾아 토의하기, 물체의 무게 중심을 어떻게 구할까 ?	정 리	-이론치와 실험치의 차이점
기본 과정	* 교과서 수준의 활동 - 같은 방향의 두 힘의 합성		-무게 중심 찾기 -실생활 소재를 이용한 인성 교육 함양
보충 과정	* 교과서 내용 반복 후 반대 방향의 두 힘의 합성, 실생활 소재를 이용한 STS 학습, 두 힘의 평형, 무게 중심 놀이		-힘의 효과 토의

### 3) 나란하지 않은 두 힘의 합성

나란하지 않은 두 힘의 합성 실험 항목 학습목표는 물체에 작용하는 두 힘의 방향이 나란하지 않을 때 합력을 구하는 방법을 알고 힘의 효과를 정성적으로 해석할 수 있어야 한다로 할 수 있다. 특히 초등학교 때 배운 평행사변형 이해 정도에 대한 선개념 분석이 필요하다. 왜냐하면 하위 수준의 학생들은 실험 설계 및 구체적 조작 활동에 어려움을 나타내기 때문이다. 특히 평행사변형 등

도형에 대한 수학적 기초가 부진한 학생들은 학습 활동이 현저히 떨어진다. 이와 같은 하위 수준의 학생들에게 성취 가능한 학습 동기를 부여하고, 학습 속도에 알맞은 적정 수준의 학습 자료를 투여하는 등의 수준별 학습이 필요하다. 그러므로 수준별 학습의 과정을 다음과 같이 할 수 있다.

첫째, 교과서 수준의 기본·공통 과제를 학습한 후 학습 수행 능력에 따라 교과서 내용을 반복하는 보충 과정이 필요하다.

둘째, 나란하지 않은 두 힘의 합력을 이론적으로 작도하고 그 결과를 발표한다.

셋째, 학습 속도가 빠른 학습자에게는 물체에 작용하는 두 힘의 사잇각을 달리하여 평행사변형법으로 합력을 구하고, 합력에 대한 개념을 이해하게 한다.

나란하지 않은 두 힘의 합성 실험에 대한 수준별 학습 체계도 표 IV-12와 같다.

표 IV-12. 나란하지 않은 두 힘의 합성 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 물체에 작용하는 사잇각을 달리하면서 실험 - 사잇각에 대한 힘의 효과 조사하기 - 같은 크기의 힘이 $120^\circ$ 로 작용할 때 힘의 효과 조사하기, - 힘의 평형과 실생활 이용한 예를 찾아 토의하기	정리 - 사잇각에 따른 힘의 효과 분석 - 세 힘의 평형 - 실생활 이용 예 - 같은 방향, 반대 방향의 두 힘의 합력과 힘의 효과 비교
기본 과정	* 나란하지 않은 두 힘의 합성 - 교과서 수준 탐구 활동 및 평행사변형의 작도법	
보충 과정	* 교과서 내용 반복, 각도를 달리하여 실험	

나란하지 않은 두 힘의 합성 실험은 두 힘의 합성을 통하여 힘의 효과에 대한 정량적인 기술과, 과학적 소양 및 인성 교육에 효과를 기대할 수 있는 항목이다.

특히, 평행사변형법을 이용하여 실험을 정량적으로 해석할 수 있음은 물론, 협동 정신 등 인성 교육에도 도움이 되는 학습 과제라 하겠다. 그러나 학습자의 인지 수준에 따라 학습 속도 및 학습 깊이에 차이가 나타나므로 기초·공통 과제 후 하위 과정의 개설을 통하여 학습자의 학습 곤란을 해소할 필요가 있다. 이에 대한 수준별 준거를 제시해 보겠다.

기본·공통 과정으로 한 물체에 나란하지 않는 두 힘이 작용할 때의 합력을 구하고 힘의 효과를 정량적으로 기술할 수 있도록 그림 IV-2와 같이 학습 자료를 준비하여 다음과 같은 탐구 활동을 전개할 수 있다.

첫째, 그림과 같이 실험대에 모눈종이를 깔고 그 위에 고무줄의 한 끝을 A점에 고정시킨 다음 다른 쪽 끝에 두 가닥의 실을 매단 후, 이 실의 끝에 용수철 저울을 매어 각각 다른 방향으로 끌어 당겨서 고무줄이 B점까지 늘어나게 한 다음 두 저울이 나타내는 힘  $F_1$ 과  $F_2$  을 측정하여 기록한다. 이때 모눈종이 위에 B점과 실의 방향을 표시한다.(가)

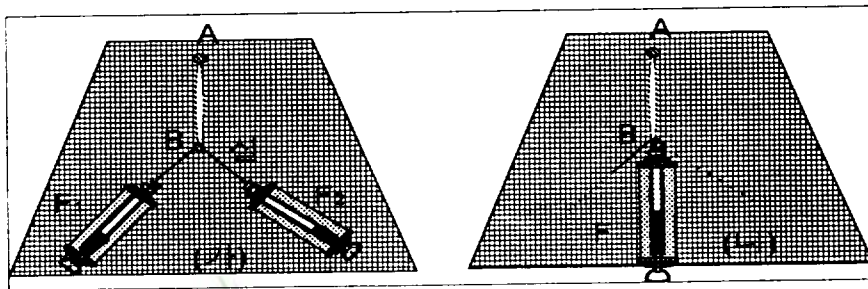


그림 IV-2. 나란하지 않은 두 힘의 합성

둘째, 한 가닥의 실에만 용수철을 매달고 고무줄이 B점까지 오도록 한 다음 저울의 눈금  $F$ 를 읽고 실의 방향을 표시한다.(나)

셋째, B점에 작용하는 힘  $F_1$ 과  $F_2$ ,  $F$ 를 모눈종이 위에 (다)처럼 화살표로 표시한 후, 화살표의 끝을 (라)처럼 연결하고 나타난 힘의 합력  $F$ 의 크기는  $N$  눈금으로 읽는다.

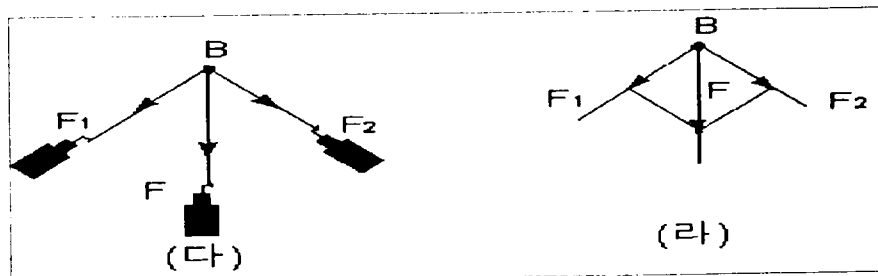


그림 IV-3. 나란하지 않은 두 힘의 작도

넷째,  $F_1$ 과  $F_2$ 의 크기를 두 변으로 하는 평행사변형을 그린다. 이때 평행사변형의 대각선의 길이와 합력  $F$ 의 크기를 비교하여 그 결과를 표로 작성하고, 그 결과를 토의한다. 토의의 과정은 부록 2.에 별도 제시하였다.

학습자의 학습 속진에 따른 하위 과정으로 보충과정의 학습 전개 과정을 구안하였을 때 보충과정의 활동 개요와 목표에 대해 알아보겠다.

활동 개요는 기본 공통 과정에서 학습 목표에 도달하지 못한 학습자, 특히 실험 조작 및 실험 결과에 대한 정성적 해석 능력이 부족한 학생들을 위하여 교사의 지도하에 교육과정의 반복 및 사잇각의 변화에 대한 힘의 효과를 논할 수 있도록 학습 목표를 구체화하는 것이다. 탐구 활동 과정을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 힘  $F_1$ 과  $F_2$ 의 크기를 같게 하고 사잇각을  $60^\circ$ 로 하여 기본·공통 과정을 학습한다.

둘째, 사잇각을 처음보다 작게 주면서 ( $30^\circ$  또는  $45^\circ$ ) 위의 과정을 반복하게 한다. 교사는 학습자의 학습 곤란도에 따라 지도 조언할 수 있다.

셋째, 위의 과정이 끝나면 사잇각을 크게 변화시키면서 ( $90^\circ$ ,  $120^\circ$  등) 합력  $F$ 의 값을 구하여 표에 기록한다. 탐구 결과에 대하여 토론하고, 나란하지 않은 두 힘의 합력에 대한 힘의 효과에 대하여 정성적으로 해석할 수 있도록 유도한다. 결과 정리에 필요한 표는 부록 2.에 제시하였다.

심화과정의 활동 개요 및 목표를 설정하여 조별 탐구 과정을 제시해 보겠다. 이때 교사는 충분한 학습 안내를 통해 학습자 스스로 실험 설계를 할 수 있도록 유도한다. 탐구 과정에서 의문점을 제기하면 보조 자료 및 설명을 해준다. 구체적인 탐구 과정을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 보충 과정에서 제시된 사잇각의 변화에 따른 두 힘의 합력을 구한다.

둘째, 한 점에 세 힘이 작용할 때 물체에 작용하는 합력의 크기를 구하는 방법에 대해서 토론하고, 실제 각도를 통해 정량적으로 이해한다.

셋째, 한 점에 세 힘이  $120^\circ$  각도를 유지하면서 작용하고 있을 때, 두 힘의 합력과 나머지 한 힘의 크기와 방향을 비교하여 힘의 평형 개념을 이해한다.

넷째, 같은 크기의 세 힘이 한 점에 작용하고 있을 때 평형을 이루기 위한 각도에 대하여 토의한다. 그리고 생활 주변에서  $120^\circ$ 의 각도를 유지하면서 평

형을 유지하는 경우를 찾아 힘의 효과에 대하여 토론하도록 한다.

교사는 순회하면서 학습자들이 학습 흥미도 및 학습 곤란 요소의 해결 과정을 수행 평가하고, 그 결과를 토대로 정리 및 형성 평가를 통해 학습 목표 성취도를 분석한다.

#### 4) 등속 운동

등속운동 실험은 물체의 운동에 대한 빠르기의 기초적 개념을 실험이나 자료 해석을 통하여 이해하는 항목이다. 그런데 중학교 1학년 학생들은 실험 결과를 그래프로 정형화하여 과학적 의미를 유추하는데 많은 학습 곤란을 겪고 있다. 이를 해결하기 위해서는 교과 수준의 학습 활동을 학습 속도와 깊이에 따라 수준별로 자료를 재구성하여 투여할 필요가 있다.

특히 중·상위 학생들은 다양한 탐구 활동을 통하여 후속 학습과의 연계성을 이루는 학습 상승 효과를 유지할 수 있도록 유도할 필요가 있다. 그리고 하위 학생들에게는 학습 곤란을 해소하면서 학습 흥미를 유발할 수 있도록 실생활 속에서 경험한 사실을 예로 들어 발표 및 토의하게 함으로써 개념을 일반화할 수 있다.

등속운동 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도 표IV-13.과 같다. 그리고 표 IV-13.에 준거를 둔 수준별 학습 방법과 지도 자료는 부록 2.에 제시하였다.

**표 IV-13. 등속 운동의 수준별 학습 체계도**

심화 과정	* 교과서 내용 학습 후, 주어진 자료를 가지고 스스로(조별 활동) 시간-거리, 시간-속력에 대한 자료를 해석하고 과학적인 의미 부여하기,	정리	-자료 해석 및 속력 구하기
기본 과정	* 공통 학습- 교과서 수준 및 STS 학습을 통한 시간-이동 거리, 시간-속력 표와 그래프 그리기		-시간 - 거리 -시간 - 속력 그래프 해석
보충 과정	* 교과서 내용 반복 및 그래프에 대한 정성적이고 정량적인 해석. * 물체의 빠르기에 대한 기초 개념 습득. * 일상 생활에서 경험한 소재 발표하기		

## 5) 낙하 운동

낙하운동에 대한 교과 수준의 실험 목표와 학습 개념은 ① 학습 목표는 낙하하는 물체의 운동을 분석하여 속력이 일정하게 변하는 운동에 대한 이동시간, 이동 거리, 속력 사이의 관계를 해석할 수 있다. ② 학습 개념은 자료 해석 능력 함양과 일상 생활에서 일어나는 일반적인 운동에 대하여 기술할 수 있는 기초적 능력을 함양할 수 있다.

낙하 운동은 자유낙하 운동 시범실험 후 자료 해석을 통하여 개념을 이해할 수 있다. 그러나 학생들은 낙하 운동에 대하여 상당한 오개념을 가지고 있다. 학생들이 갖는 오개념은 임페투스 개념이나, 아리스토텔레스적 개념을 갖고 있어 쉽게 교정이 힘들다고 한다. 이를 해결하기 위하여 학습자의 인지 구조를 바꾸는 학습 방법으로 토의 학습에 과학사를 이용했을 때 학습 효과가 높게 나타난다고도 한다.<sup>21, 32)</sup>

그리고 학생들은 물체의 빠르기에 대한 개념을 실험이나 자료 해석을 통하여 이해하는데 많은 학습 곤란을 겪고 있다. 앞서서도 언급한 바와 같이 중학생들은 실험 결과에 대한 결과를 작성하고 그래프로 정형화하여 과학적 의미를 유추하는데 많은 학습 곤란을 겪고 있다. 이를 해결하기 위해서 교과 수준의 학습 활동을 학습 속도와 깊이에 따라 수준별로 자료를 재구성하여 학습에 투여할 필요가 있을 것이다.

낙하운동 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도는 표 IV-14와 같다. 그리고 표 IV-14에 준거한 수준별 학습에 필요한 자료는 부록 2에 제시해 보았다.

표 IV-14. 낙하 운동의 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용 학습 후, 주어진 자료를 가지고 스스로(조별 활동) 시간-거리, 시간-속력에 대한 자료를 해석하고 과학적인 의미 부여하기,	정 리	-자료 해석 및 속력 구하기 -평균 속력 -시간-거리, 시 간-속력 그래 프 해석 -속력의 변화
기본 과정	* 과학사적 학습 지도 낙하 운동 시범 보이기 (옥상 등에서)		
보충 과정	* 교과서 수준의 자료 해석을 통한 시간-이동 거리, 시간-속력 구하기 * 일상 생활에서 경험한 소개 발표하기		

## 6) 빗면에서의 물체의 운동

낙하운동 항목에 대한 학습 개념 중에서 학습자가 이해하는 정도에 따라 보충 학습 항목을 개설하여 실험실에서 직접 실험을 해보도록 할 수 있다. 그러나 이 실험 항목에 대한 금성출판사(주) 교과서를 제외한 7종의 중학교 과학 교과서의 실험 수행 방법은 학습자에게 많은 학습 곤란을 생기게 한다. 특히, 짧은 빗면에서 물체의 운동의 기록 및 실험 설계는 중학생의 수준에 적절하지 않다고 볼 수 있다.

그러므로 낙하운동에 관한 실험·실습이나 교사의 시범실험으로 속력이 변하는 운동의 개념을 이해하고, 측정된 자료를 통하여 자료 해석 능력을 길러 주는 하위 과정의 학습이 필요하다고 본다. 하위 과정의 학습 활동의 수준별 학습 체계도 표 IV-15와 같다. 표 IV-15에 준거한 수준별 학습에 필요한 자료는 부록 2에 제시해 보았다

표 IV-15. 빗면에서의 물체의 운동에 대한 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용 학습 후, 주어진 자료를 가지고 스스로(조별 활동) 시간-거리, 시간-속력에 대한 정량적인 해석 능력 기르기	정 리	자료 해석 및 속력 구하기 평균 속력
기본 과정	* 교과서 수준의 활동 - 금성 출판사(주) * 일상 생활에서의 물체의 운동 기록 및 해석		시간-거리, 시 간-속력 그래 프 해석
보충 과정	* 교사의 시범 실험 및 종이테이프의 타점 분석 * 자료 해석을 통한 시간-이동 거리, 시간-속력 구하기		일상생활에서 의 물체의 운 동 해석
	* 일상 생활에서의 물체의 운동 기록 및 해석		

## 7) 관성의 법칙

관성의 법칙 실험 항목에 대한 학습자의 학습 곤란은 크게 나타나지 않지만, 이 개념을 이용하여 자연 현상을 설명하는 능력이 부족하다고 할 수 있다. 즉, 응용 능력이 부족하다. 뿐만 아니라 학습자의 일상 생활을 통해 학습 동기를



유발하는데 교과서 수준의 학습 활동은 다양하지 못하다. 즉, 발견 학습의 귀납 과정에 의해 학습 요소에 대한 개념을 일반화하기 위해서는 다양한 학습 활동을 학습자의 인지 능력에 따라 재구성하여 투여할 필요가 있다.

그러므로 이 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계를 표 IV-16.과 같이 설정할 수 있다.

**표 IV-16. 관성의 법칙의 수준별 학습 체계도**

심화 과정	* 보충 과정 그룹별 활동 * 운동하는 물체의 관성 이해하기	정 리	-정지한 물체 와 운동하는 물체의 관성 -생활 속의 관 성 이해하기
기본 과정	* 교사의 시범 실험 보이기를 통한 흥미 유발 * 일상 생활에서의 경험 이끌어 내어 발표하기		
보충 과정	* 별도의 탐구 활동 투여하여 그룹별 활동 및 개념의 일반화		

학습자의 학습 속진에 따라 교과서 수준의 활동과 일상 생활에서 경험한 사실을 병행하여 다양한 탐구 활동을 전개할 수 있다. 연구자의 지도 경험에 의하면 교과 수준의 기본 과정을 전개하기 이전에 표 IV-17.과 같은 읽을 거리<sup>33)</sup>를 학생들에게 투여했을 때 학습 흥미 및 개념을 일반화하는데 도움이 되었다.

**표 IV-17. 관성의 법칙에 대한 읽을 거리**

만일 지구가 멈춘다면 어떻게 될까요 ?

어느 한 청년이 마법사에게 소원을 빌었습니다. " 나의 소원은 돈도 명예도 아니고 지금 이대로 태양이 계속 떠 있게 지구를 멈추는 것입니다. 마법사는 청년의 소원을 들어주기로 했고, 청년은 소원을 빌었습니다. '지구야 멈추어 다오.' 하고 말이다.

순간 큰 광풍이 휘날리기 시작하면서 자동차며 건물 할 것 없이 주위의 모든 것들이 날아가기 시작했다. 물론 청년도 다른 행인들과 같이 날아가고 있었습니다, 그때 청년은 깨달았습니다.

우주 속을 엄청난 속도로 돌고 있던 지구가 갑자기 멈추게 되면 지구의 모든 물체는 흔적도 없이 사라져 버린다는 사실을..., 지구는 우리가

**표 IV-17. 계속**

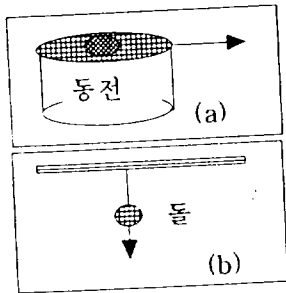
느끼지 못하는 엄청난 속도로 우주 공간을 운동하고 있다. 지구 위에 있는 물체는 지구와 같은 속도로 운동한다는 사실을 깨달았다. 즉 운동하는 물체는 계속 운동하고자 하는 성질을 가지고 있다는 것이다. 인간은 이러한 사실을 알아내기까지 약 2000년이란 세월이 흘렀다고 합니다.

교과서 수준의 기본과정에서는, 관성에 대한 학습 성취욕과 지적 호기심을 유발하기 위하여도 단원 편제의 적절성을 파악하고 활동 개요와 목표를 재설정할 필요가 있다. 관성에 대한 소재는 일상 생활에서 많이 찾을 수 있으므로 조별로 학습 과제를 하나씩 소개하여 탐구한 다음 일반화 할 수도 있을 것이다. 다양한 탐구 과정 중에서 하나의 예를 들면 다음과 같다.

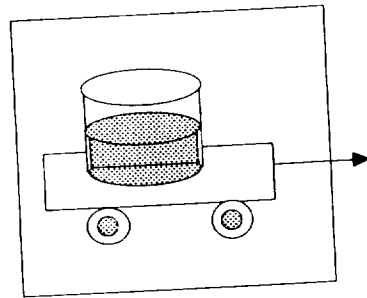
첫째, 그림 IV-4. (a)에서 처럼 종이를 서서히 당기면서 나타나는 현상을 발표해 본다.

둘째, 종이를 빨리 당기면서 나타나는 현상을 비교해 본다.

이번에는 그림 IV-4. (b)에서 처럼 그림에서 실을 화살표 방향으로 서서히 당겨 본다. 그리고 실을 갑자기 당겨 나타나는 차이점에는 어떤 것이 있는지를 토의해 본다.



**그림 IV-4. 관성에 관한 탐구 I**



**그림 IV-5. 관성에 관한 탐구 II**

다음은 그림 IV-5와 같이 실험 장치를 만들고,

첫째, 수레 위의 비커에 물을 1/2 정도 채우고 당기다가 갑자기 멈추었을 때 나타나는 현상을 관찰해 본다. 어떤 현상이 나타나는가? 그림으로 그리고 토의해 본다.

둘째, 사람이 달러가다가 돌부리에 치었을 때 나타나는 운동 상태에 대해서 말해 본다.

보충과정의 학습 내용을 이와 같은 소재를 이용하여 전개하고 학생들의 반응도를 수행평가 해보면 학습 성취 효과가 크게 나타났다. 교사는 학습자의 학습 흥미를 지속적으로 유지하고 개념을 일반화시키기 위하여 일상 생활 속에서 쉽게 경험할 수 있는 소재를 찾아 하위 과정의 학습을 시켜가야 할 것이다. 보충과정의 학습 수준은 학습자의 특성을 고려하여 다음과 같이 전개하였다.

첫째, 교과서 수준의 기본·공통 과정을 반복한다.

둘째, 생활 주변에서 볼 수 있는 ① 담요를 털 때 먼지가 나는 현상, ② 아빠가 담배를 피울 때 재를 터는 현상, ③ 달리던 자동차가 갑자기 멈추면 앞으로 넘어지는 현상 또는 그 반대의 경우, ④ 급커브를 돌 때 차에 탄 사람이 느낌 등의 현상에 대하여 조별 토의를 유도한다. 물론 학습 속진에 따라 지도 교사의 보조 역할이 필요하다.

특히, 부록 2.에 제시된 날 달걀과 삶은 달걀을 구분하는 탐구 실험은 학생들에게 상당한 학습 지속 효과를 나타낼 수 있다.<sup>34)</sup> 그리고 심화과정은 보충과정의 탐구와 더불어 장난감 자동차를 자지고 자동차가 계속 운동하려고 할 때 원리를 관성에서 찾아보도록 유도하는 방법을 모색할 수 있다.<sup>22)</sup>

첫째, 물체에 힘이 작용하여 평행을 이루게 되면 운동하는 물체는 어떤 운동을 할까?

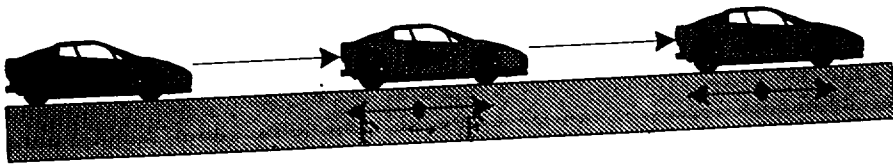


그림 IV-6. 운동하는 물체의 관성

둘째, 물체를 움직이려는 힘  $F$ 와 운동을 방해하려는 힘  $F'$ 이 평형 상태를 이루면 자동차는 등속 직선 운동을 하게 되는데 그 이유는 무엇인가?

셋째, 등속 직선 운동하는 자동차에 작용하는 힘의 합력은?

위와 같이 운동하는 물체에 대한 관성은 힘의 평형 상태를 유지하고 있음으로 힘이 주어지지 않는 것과 같다고 할 수 있다. 즉, 자동차에는 아무런 힘도 작용하지 않는 효과가 나므로 자동차는 관성에 의해 일정한 속력으로 움직이게 된다는 사실을 스스로 찾게 한다. 교사는 힘의 평형을 자동차가 달리는 힘  $F$ 와 마찰력  $F$ 가 평형을 이룰 때 물체는 일정한 속력으로 달리게 되는 원리를 설명할 수 있다.

### 8) 힘과 속력의 변화

힘과 속력의 변화 시험은 운동의 제 2 법칙을 이해하는데 필요한 선수 개념이다. 실험 활동을 통한 개념적 이해는 잘하고 있는 편이나, 정량적인 면에서는 학습 곤란이 나타난다. 이에 대한 충분한 학습 보정을 할 필요가 있다. 그러므로 교과 내용 구성 체계를 실험 중심으로 운영하여 학습자에게 충분한 탐구활동의 기회를 제공할 필요가 있다. 학습 능력에 따른 학습 내용의 수준별 학습 체계도는 표 IV-18.과 같다. 표 IV-18.에 준거한 수준별 학습에 필요한 자료는 부록 2.에 제시하였다.



표 IV-18. 힘과 속력의 변화 수준별 학습 체계도

심화 과정	* 교과서 내용의 실험 설계 및 해보기 - 실험 결과 분석 - 실험 결과 정성적, 정량적 해석 $F = ma$ , $F \propto a$ , $m \propto 1/a$	정 리	-힘과 속력의 변화 -질량과 속력의 변 화 -운동의 기록과 제 2 법칙-물리적 해 석
기본 과정	* 교과서 내용의 시범 실험 및 자료 해석-토의 학습		
보충 과정	* 교사와 함께 기본 과정의 복습 - 실험 결과 분석 및 물리적 의미 부여하기		

### 9) 힘과 운동 방향의 변화

힘과 운동 방향의 변화 항목은 교과서 수준의 기본·공통 과정을 학습한 후 일상 생활에서 경험한 과학 현상을 조사 발표토록 하는 토의 수업을 통하여 학

습 개념을 일반화 할 수 있다. 특히 STS 학습 요소를 운동 경기 등에서 찾을 수 있다. 그리고 학습자의 인지 수준에 따라 교사는 NIE 학습 활동을 통하여 개념을 일반화 할 수 있다. 본 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도는 표 IV-19.과 같다.



**표 IV-19. 힘과 운동 방향의 변화 수준별 학습 체계도**

심화 과정	* 교과서 내용의 실험 설계 및 해보기 - 힘의 크기와 운동 방향의 변화 - 질량과 운동 방향의 변화 - 속력과 운동 방향의 변화	정 리	- 힘의 크기와 운동 방향 의 변화 - 질량과 운동 방향 변화 -속력과 운동 방향 변화 -일상 생활에서 방향과 속력이 변하는 운동
기본 과정	* 교과서 내용의 실험 및 자료 해석-토 의 학습		
보충 과정	* 교사와 함께 조별 토의 학습 - STS 및 NIE 학습, 일상 생활에서의 경험 발표하기(문답식)		

이 실험 항목은 교과서 수준의 기본·공통 과제의 수행은 물론 보충·심화 과정에서 학습 개념의 일반화를 위하여 NIE 자료를 이용할 수 있다. 자료의 투여 순위는 학습자의 학습 능력과 학습 속도에 따라 교사의 판단 하에 투여할 수 있다.

NIE 학습 지도 자료는 학습자의 학습 욕구 및 흥미를 고려하여 시대성이 있는 자료를 다양하게 제시할 필요가 있다. 표 IV-20.과 같은 운동 경기의 모습에서 물체에 작용하는 힘과 운동 방향에 대한 학습 효과를 높일 수 있을 것이다. 이에 관한 학습자료는 부록 2.에 제시하였다.

표 IV-20. 운동 경기 소재를 이용한 NIE 학습 체계도

과목	중학교 1학년 과학	단원	힘과 운동 방향의 변화	학습 활동	보충·심화
NIE 자료		교수-학습 활동			
		<p>※ 위미 초등학교와 조천 초등학교의 백호기 경기 모습이다. 위미교 학생이 조천교 학생을 제치고 골문으로 돌진하고 있다. 다음 물음에 답하여라.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 굴러가는 공에 힘을 가했을 때 공의 속력은 어떻게 되겠는가 ?</li> <li>2. 조천교 학생이 공을 뺏었을 때 공의 운동 방향은 원래의 운동 방향과 어떠한 차이가 나겠는가 ?</li> </ol>			
		<p>※ 매경 골프 대회에서 우리 나라의 신용진 선수가 스윙하는 모습이다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 스윙된 공은 어떤 운동을 하겠는가 ? 골프공의 운동 경로를 그려보자.</li> <li>2. 골프 공이 날아가는 중에 작용하는 힘은 ?</li> <li>3. 골프 공은 날아가는 동안 (            )과 (            )이 변하는 운동을 한다.</li> </ol>			

### 10) 진자의 주기 운동

진자의 주기 운동 실험에 대해서는 실험 설계 과정과 진자에 작용하는 힘의 종류와 방향에 대해서 학습 곤란이 나타난다. 그리고 초등학교에서 배운 소리의 공명에 대해서 학습의 연계성이 부족하다. 그러므로 전시 학습 및 상위 학습과 연계성을 고려하여 학습자의 인지 속도에 따라 교과서의 내용을 재구성하여 부여할 필요가 있다. 본 실험 항목에 대한 수준별 학습 체계도는 표 IV-21.과 같다.

표 IV-21. 진자의 주기 운동 수준별 학습 체계도

심화 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 교과서 내용의 실험 설계 및 해보기</li> <li>* 진자의 공명</li> <li>* 진자의 운동과 작용하는 힘</li> <li>* 진자의 운동과 에너지</li> </ul>	정 리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 용어의 정립</li> <li>- 진자의 질량과 주기</li> <li>- 진자의 길이와 주기</li> <li>- 진자의 진폭과 주기</li> <li>- 진자의 공명</li> <li>- 진자의 속력</li> </ul>
기본 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 교과서 내용의 실험 및 자료 해석</li> <li>- 용어 정립</li> <li>- 실험상의 유의점</li> </ul>		
보충 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 교사와 함께 교과서 내용 복습</li> <li>- 진자의 질량과 주기, 진자의 길이와 주기, 진폭과 주기, 용어의 정립</li> </ul>		

진자의 주기 운동 항목은 일상 생활에서 흔히 볼 수 있는 주기의 운동을 관찰하고 실험을 통하여 진자의 주기 측정과 물체에 작용하는 힘에 대하여 학습하는 단원으로 필요한 학습 자료가 다양하다. 교과서 수준의 학습 활동과 일상 생활에서 경험한 사실을 통하여 개념을 일반화할 수 있다. 학습 소재로는 메트로놈, 시계 추, 그네, 조석 현상의 동영상이나 사진(TP) 자료 등을 들 수 있다.

진자의 주기에 관한 개념 정립을 위한 이 실험 항목은 중학교 1학년 학생들의 인지 수준에 적절한 실험이다. 그러나 학습 탐구 과정 즉, 실험 설계와, 물체에 작용하는 힘의 종류 등에서 오개념이 다소 나타난다.<sup>22)</sup> 그러므로 실험 조작과 운동의 원리를 이해하기 위해서는 본 항목에 대한 학습 개념과 교육과정의 연계성을 재구성할 필요가 있다. 학습 개념은 초등학교와 중학교 3학년 에너지 단원과 지속적인 연계가 이루어지는 항목이다.

그러므로 이러한 학습 곤란을 해소하고 학습 지속 효과를 유지하기 위해서는 학습 속도에 따라 수준별 학습을 할 필요가 있다. 이에 대한 준거는 부록 2.에 제시하였다.

지금까지 알아본 중학교 1학년 과학 힘과 운동 단원의 실험 항목에 관한 고찰에 의하면, Glaser의 일반 수업 모형에 기초한 학습자의 자기 주도적 학습 활동을 위한 하위 수준의 수준별 학습 방법은 그림 IV-7.과 같이 나타낼 수 있

다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 과학과의 심화·보충형 수준별 탐구 수업을 위해서는 실험, 자료해석, 해보기 등의 다양한 활동을 통하여 학습 개념을 이해할 수 있다. 또한 학습자의 학습 속진에 따라 하위 과정을 개설할 필요가 있음이 나타났다. 하위 과정에서의 보충과정 학습은 학습자의 학습 곤란이 나타나는 정도에 따라 교사 또는 보조교사의 도움을 받으면서 그림 IV-7.에서 보듯이 다양한 학습 활동을 전개하고, 학습 속진 그룹의 학습자에게는 교사가 준비한 별도의 심화 학습 활동, 힘과 운동의 과학사에 대한 역사적 변천 과정, 실생활 주변에서 소재 찾기, 신문 이용학습 등을 통하여 개념을 확대 발전시킬 수 있다.

끝으로, 교사는 각 탐구 주제에 대하여 실생활에 적용할 수 있도록 원리와 법칙을 평가를 통하여 일반화한다.

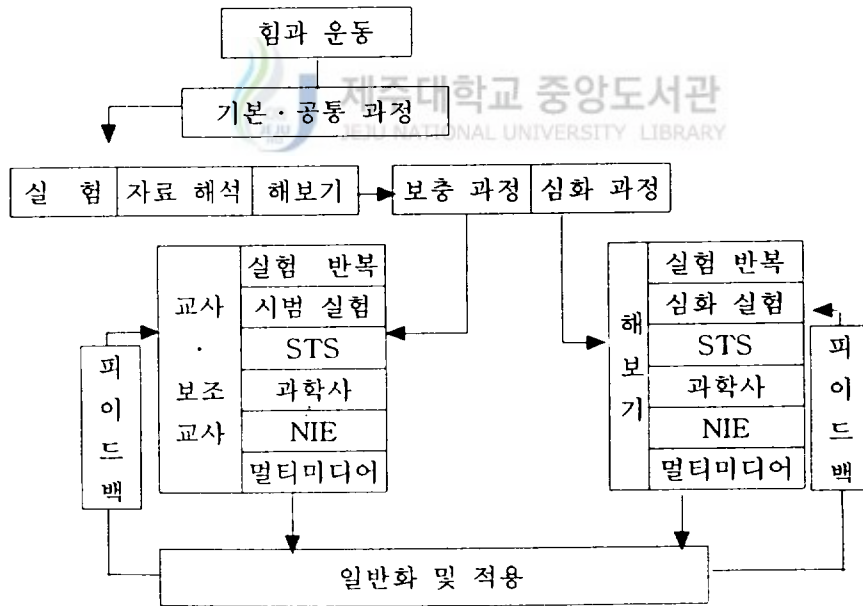


그림 IV-7. 기본·공통 과제 후 하위 과정 학습 체계도



그리고 학습 능력에 따른 학습 내용의 상호 보완적 투입의 체계를 그림 IV-8.과 같이 함수적 관계로 일반화시킬 수 있다.

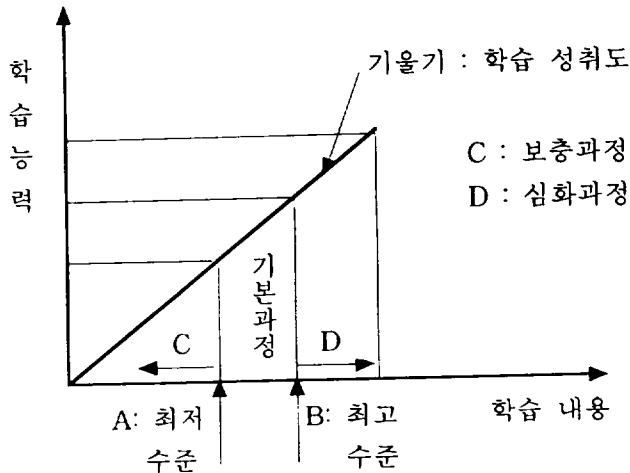


그림 IV -8. 학습 능력을 학습 내용의 함수로 표현했을 때의  
심화·보충형 수준별 학습 체계

즉, 심화·보충형 수준별 학습에 대한 모형을 일반화하며 학습 능력에 따른 학습 체계는 학습 능력 =  $f$  {학습 내용} 의 형태로 나타낼 수 있다. 학습 능력과 학습 내용의 상호적 관계에서 학습 내용은 기본과정, 보충과정, 심화과정으로 나눌 수 있고, 이를 체계화하여 그림으로 나타내면 그림 IV-8.과 같다.

그림 IV-8.의 기본과정에서는 반드시 학습자가 성취해야 될 최저 수준과 최고 수준의 학습 목표를 설정하여 학습 성취도를 분석하여야 한다. 학습 성취도를 기준으로 하위 과정을 개설하여 학습 목표의 일정 수준에 도달하지 못한 학생들은 C(보충과정)으로, 학습 목표에 일찍 도달한 속진자에게는 D(심화과정)로 수업 방법을 다양화 시켜야 한다.

## V. 결 론

중학교 학생들은 추상적 사고나 구체적 조작 능력이 출발 단계이므로 일반적으로 과학 교과를 어렵다고 생각한다. 그러므로 우리 나라의 중학교 과학교육은 구체적 조작기의 특성에 맞게 학생의 흥미를 고려하여 지도할 필요가 있다.

이와 같은 관점에서 중학교 과학 힘과 운동 단원의 실험 체계에 대한 심화·보충형 수준별 학습체계와 지도 방법을 고찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 대부분 중·하위 수준의 학생들에게는 학습 개념이 어렵거나, 개념의 일반화 과정이 다양하지 못하다.

2) 한 학급 내의 일률적인 모둠 활동, 즉 조별 활동은 중·상위 학생들에 비하여 하위 수준의 학생들에게는 탐구 기회가 적어 학습 흥미를 떨어뜨린다.

3) 기초·공통 과제를 수행한 후 하위 과정을 개설하여 하위 학생들에게 별도의 탐구 기회를 제공하였을 때 학습 흥미를 유발할 수 있다. 이 때 교사의 보조는 학습 수행에 큰 도움이 된다.

4) 하위 과정은 STS 및 NIE 학습, CAI 학습, 탐구 과정의 재구성, 기초·공통 과제의 복습 등을 통하여 학습 효과를 높일 수 있다.

5) 과학과의 수준별 학습은 기초·공통 과제를 수행한 후, 학습자의 수준에 맞는 하위 과정을 개설하되 소단원이 끝났을 때 형성평가 후 하위 과정을 학급 내에서 수준별 분단 편성 후 운영하는 것이 바람직할 것이다.

6) 평가의 시기에 대해서는 의견이 다양하나 소단원이거나, 중단원이 끝날 때마다 평가하여 소그룹 활동을 재구성할 필요가 있다. 이러한 평가는 중간고사나, 기말고사와는 별도로 학습 시간 중에 간단히 실시할 수 있다. 하위 그룹 학생들은 중·상위 그룹으로 올라갈 수 있다는 기대감을 가질 수 있다. 특히 하위 수준의 학생들은 교사의 보조를 많이 받으므로 인성 지도를 병행할 수도 있다. 물론 탐구 과정의 정의적 평가를 병행할 수 있다. 이에 관해서는 국가 수준 또는 시·도 교육청 및 단위학교에 검증된 평가 척도가 개발되어야 할 것이다.

그리고 과학교사들이 수준별 수업에 대한 정보 습득 및 수업 경험도를 설문 지법을 이용하여 분석해 본 결과는 다음과 같다.

1) 과학교사들은 학습자의 학습 속도에 따라 수준별로 하위 과정을 개설하여 수업하는 것이 중요하다고 하며, 여교사가 남교사 보다 수준별 과학교육의 중요성을 더 인식하고 있다.

2) 도시와 농촌간 남·여 교사간의 수준별 수업 경험도를 분석한 결과, 농어촌 지역의 교사가 다소 높게 나타났으며, 남·여 교사의 경험도는 비슷했다.

3) 과학교사들은 수준별 수업을 위해서는 수업 시수의 경감, 보조 교사의 배치, 국가 수준의 자료 개발, 특별 교실의 확충 등이 필요하다고 한다. 그 중에서 국가 수준의 자료가 개발되지 않은 상태에서 수준별 수업을 위해서는 수업 시수의 경감을 우선적으로 배려하여야 한다고 지적하고 있다. 그리고 수준별 수업을 위해서 교사 양성 제도의 개혁 및 연수가 필요하다고 지적하고 있다. 왜냐하면, 전통적인 일제식 수업 방법 대신 학습자의 적성과 능력 및 흥미에 맞는 교수·학습 방법으로 다양화 할 필요가 있기 때문이다.

4) 수준별 수업에 대한 정보는 동료 교사나 연수회를 통하여 접하고 있으나, 설문에 응답한 대부분의 교사들은 수준별 수업에 대한 지식이 불충분하다고 응답했다. 이에 따라 각종 정보 매체를 통하여 수준별 수업에 대한 정보 제공이 바람직하다. 특히, 보조 학습 자료 및 국가 수준에서 검증된 평가 도구의 개발 및 보급을 요구하고 있다.

이상의 연구 결과를 종합해 볼 때,

첫째, 수준별 수업은 학습자 중심 교육 활동에 매우 중요하다고 할 수 있다.

둘째, 국가 수준의 학습자료 및 평가 척도가 우선적으로 마련되어야 한다.

셋째, 학습 내용이 학습자의 수준에 따라 재분석되어야 할 것이며, 이를 기초로 다양한 보조 학습 자료와 학습 모형이 개발되어야 할 것이다.

넷째, 다양한 학습자의 학습 욕구를 유지·발전시키고 수준별 교육을 학교 현장에서 정착시키기 위해서는 교원연수와 관련 시설의 확충이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 1) 김정우; 과학 교과 수준별 이동 수업, '97 교육부 교과별 연구 중심 학교 (제주제일고등학교) 운영 세미나 자료집 (1997. 7.).
- 2) 교육부, 교육과정 2000 시안 (1997).
- 3) 전북 중등 물리교과 교육 연구회; 물리과 수준별 반편성 운영 지원을 위한 교수-학습 자료 개발, 교과교육 연구활동 보고서 (1996).
- 4) 제주도중등과학교육연구회, 제주제일고등학교; 수준별 교수-학습 지도 자료, 교과교육 연구 중심학교 운영 보고서 (1997).
- 5) 한국과학교육단체총연합회; 수준별 실험지도 연구 작업, 과학교육자 큰 모임 자료집, 국립서울과학관, pp.139-146 (1997. 12.).
- 6) 김준태; 실험지도에서의 수준별 교육의 필요성, URL://http/space.kongju.ac.kr, (1997).
- 7) 부산광역시교육청; 중등학교 수준별 교육과정 운영의 실제, pp.14-31 (1997).
- 8) 한복수; 발견학습과 열린학습, 월간 과학교육 400호, pp.116-121 (1998. 1.).
- 9) 김창식; 열린교실에서의 수준별 과학실험 교육, 월간 과학교육 394호, pp.56-67 (1997).
- 10) 정완호; 제7차 과학과 수준별 교육과정, 과학교육자 큰 모임 자료집, 한국과학교육단체총연합회, pp.73-75 (1997).
- 11) 허경철; 수준별 교육과정(안), 한국교육개발원, pp.75-76 (1996).
- 12) 강영희 외 12인; 중학교 과학 1, (주)동아출판사 (1996).
- 13) 정창희 외 11인; 중학교 과학 1, (주)교학사 (1996).
- 14) 권재술 외 8인; 중학교 과학 1, (주)한샘출판 (1996).
- 15) 우규환 외 7인; 중학교 과학 1, (주)천재교육 (1996).
- 16) 박봉상 외 7인; 중학교 과학 1, 동화사 (1996).
- 17) 송인명 외 7인; 중학교 과학 1, (주)교학사 (1996).
- 18) 공구영 외 12인; 중학교 과학 1, 지학사 (1996).
- 19) 김시중 외 13인; 중학교 과학 1, (주)금성교과서 (1996).

- 20) 한복수; 열린 과학과 수업 연구, 월간 과학교육 397호, pp.90-91 (1997. 10.).
- 21) 강정우, 강동식, 김홍중 ; 과학사적 학습지도를 위한 중학생들의 낙하운동 개념 이해, 과학교육 14호, 제주대학교 과학교육연구소, pp.57-78 (1997).
- 22) 권재술, 김범기; 과학 오개념 편람, 한국교원대학교 물리교육연구실 (1993).
- 23) 강영희 외 12; 중학교 과학 1 교사용 지도서, (주) 동아출판사 (1996).
- 24) 정창희 외 11인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)교학사 (1996).
- 25) 권재술 외 8인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)한샘출판 (1996).
- 26) 우규환 외 7인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)천재교육 (1996).
- 27) 박봉상 외 7인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, 동화사 (1996).
- 28) 송인명 외 7인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)교학사 (1996).
- 29) 공구영 외 12인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, 지학사 (1996).
- 30) 김시중 외 13인; 중학교 과학 1. 교사용 지도서, (주)금성교과서 (1996).
- 31) 교육부; 중학교 과학과 교육과정 해설, p.45 (1994).
- 32) 양승훈 외 4인; 낙하운동 개념의 역사적 변천, 과학사와 과학교육, 민음사, pp.61-70 (1997).
- 33) 최경희; 물리 가볍게 뛰어넘기, 동녘 (1997).
- 34) 재단법인 엑스포소년단; 과학의 세계, 청솔출판사, p.61 (1997).
- 35) 한국과학교육단체총연합회; 제1회 과학과 수준별 실험 지도 워크숍, pp.17-20 (1996).
- 36) 이충희; 제5회 전국교육용s/w 공모전 입상작, 진자의 주기운동, 교육부 (1997).

<Abstract>

**Study on the System of Experiment in  
Chapters of Force and Motion for the Level  
Science Education in the Middle School**

**Lim, Jae - Rin**

Physics Education Major

Graduate School of Education, Cheju National University

Cheju, Korea

Supervised by Professor **Kang, Jeong - Woo**



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

The degree of difficulty of learning in the primary ten items of experiments ( experiments in the chapter of force and motion) chosen in the eight kinds of middle school science-textbooks which are used in the 6th curriculum, and the necessity of level-study are analyzed.

Making science teachers an object of questions, a degree of

---

\* A thesis submitted to the Committee of Graduate School of Education, Cheju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education in August, 1998.

interest of students and a view of science teachers for learning are inquired, the system of learning, the method of study and the secondary tools for study are proposed.

Putting these results of study, the level-study, in order to induce an interest for students and develop student's ability, must be done, therefore the level-learning instruments and the standard of test are prepared.

Contents of learning in textbooks are analyzed according to the level of students and reconstructed, the various complementary tools of learning, the model of teaching and learning are developed and supplied.

In order to develop and preserve the desire of learning of various students at school, the study and training of teachers and the expansion of the related education facilities are needed.

## 부록 1. 수준별 수업에 대한 중학교 과학교사들의 인식도를 조사하기 위한

### 설문지

### 설 문 지

본 설문지는 중학교 수준별 과학교육을 위한 힘과 운동 단원의 실험 체계 분석과 선생님들의 수준별 학습에 대한 중요성, 지식의 정도, 정보 습득 방법, 경험도, 국가 및 교육청, 학교 당국의 정책적 대안을 조사하기 위하여 실시되는 설문입니다. 선생님들의 응답 내용은 연구 자료로만 사용할 것을 약속드립니다. 해당란에 V나 O표 해 주세요.

1. 선생님의 연령과 성별은 ? ① 연령 ( )세 ② 성별 ( )
2. 선생님의 교직 경력은 ? ( )년
3. 선생님의 전공은 무엇입니까 ?  
① 물리 ② 생물 ③ 지구과학 ④ 화학 ⑤ 부전공
4. 선생님이 근무하는 학교의 소재지는 ?  
① 시 지역 ② 읍 지역 ③ 면 지역 ④ 도서지역 ⑤ 기타
5. 교육 개혁에서 요구하는 중학교 수준별 교수 학습 지도에 대한 중요도는?  
① 매우 중요하다. ② 중요하다. ③ 보통이다. ④ 그저 그렇다.
6. 과학과 수준별 교수 학습 방법에 대한 선생님의 지식의 정도는 ?  
① 매우 많다 ② 많다 ③ 보통이다 ④ 다소 부족하다 ⑤ 매우 부족하다.
7. 수준별 교수 학습 자료를 개발 및 수험을 실시해 본 경험은 ?  
① 전혀 없다 ② 1-2회 정도 ③ 3-4회 정도 ④ 5-6회 정도 ⑤ 7회 이상
8. 수준별 수업을 해 보셨다면 학생들의 학습에 대한 흥미 도는 ?  
① 매우 흥미롭다 ② 흥미롭다 ③ 보통이다 ④ 재미없다 ⑤ 매우 재미없다
9. 선생님이 수준별 수업에 대한 정보와 자료를 얻는 매체 중에 최우선 순위에 해당하는 것은 ?  
① 신문,TV ② 컴퓨터 통신 ③ 동료 교사 ④ 연수회 ⑤ 자료 못 얻음
10. 수준별 과학 학습을 위한 지원책 중에 가장 중요하다고 생각하는 것은 ?  
① 정밀한 실험·실습 기자재의 확충 ② 과학 교사 양성 정책의 변화  
③ 국가 수준의 통일된 수준별 학습 자료의 개발 및 보급  
④ 교사의 수업 경감 및 교원 확충 ⑤ 수업 시간 편성 자율권 부여  
⑥ 특별 교실의 확충 ⑦ 기타 의견이 있으면 기술해 주십시오.  
( )
11. 수준별 탐구 학습에 적당하다고 생각하는 실험 조의 구성 숫자는 ?(1조의 구성원)  
① 3명 ② 4명 ③ 5명 ④ 6명 ⑤ 7명
12. 만일 수준별 교육을 실시한다면 하위 수준의 학생들에게 과학 지식이나 흥미, 태도 등을 유발하여 학습 개념을 일반화시키는 방법으로 적당한 것은 ? (개발된 보조 학습 자료가 있다고 가정하며, ①,②,③번은 한 교실 내에서, ④번은 이동 수업을 뜻함.)





실 험 제 목	필요하다	필요하지 않다
힘의 크기 측정하기		
같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성		
나란하지 않은 두 힘의 합성		
동속 운동		
낙하 운동		
빗면에서의 물체의 운동		
관성의 법칙		
힘과 속력의 변화		
힘과 운동 방향의 변화		
진자의 주기 측정		

19. 현 교과서의 학습 목표 및 학습 개념은 학업 성취도 기준으로 어느 수준의 학생에게 적당하다고 보십니까? (상: 80점 이상, 중: 60-79점, 하: 59점 이하) 17번 문항의 수준별 실험이 필요하다고 기입하신 실험 부분에 V표해 주세요.

실 험 제 목	상	중	하
힘의 크기 측정하기			
같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성			
나란하지 않은 두 힘의 합성			
동속운동			
낙하운동			
빗면에서의 물체의 운동			
관성의 법칙			
힘과 속력의 변화			
힘과 운동 방향의 변화			
진자의 주기 측정			

20. 18번의 수준별 실험이 필요 없다고 응답하신 실험 부분에 한하여 응답 바랍니다. 수준별 실험이 필요 없다면 그 이유는 무엇입니까? 아래의 예시 문항 중에서 선택하거나, 그 이유를 간단히 서술해 주세요.

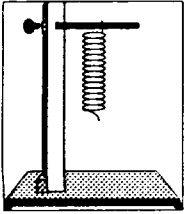
실 험 제 목	수준별 실험이 필요 없는 이유
힘의 크기 측정하기	
같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성	
나란하지 않은 두 힘의 합성	
동속운동	
낙하운동	
빗면에서의 물체의 운동	
관성의 법칙	
힘과 속력의 변화	
힘과 운동 방향의 변화	
진자의 주기 측정	

- ① 초등학교에서 이미 배워서 알고 있음으로
- ② 중학생 수준에서 너무 어렵기 때문에
- ③ 해보기나 관찰, 자료 해석 등을 통하여 개념을 일반화할 수 있다.
- ④ 중학생의 지적 수준에는 전부 할 수 있는 실험이므로

## 부록 2. 힘과 운동 단원 실험 항목별 수준별 지도 자료

### 실험 1. 힘의 크기 측정

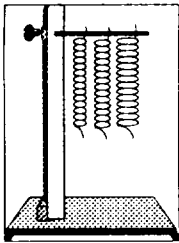
#### 1. 기본·공통 과정



추의 무게에 대한 용수철의 늘어난 길이 변화로부터 물체에 작용한 힘의 크기와 효과를 알아보자.<sup>35)</sup>

구분	무게 1: g	무게 2: g	무게 3: g	무게 4: g	무게 5: g
용수철					

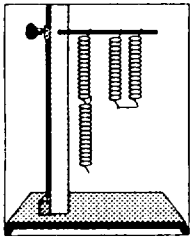
#### 2. 보충과정



- 1) 기본·공통 과정의 복습
- 2) 서로 다른 용수철을 이용하여 기본·공통 과정의 복습

구분	A용수철				B용수철				C용수철			
	종류				종류				종류			
추의 수(개)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
처음 길이												
나중 길이												
늘어난 길이												

#### 3. 심화과정

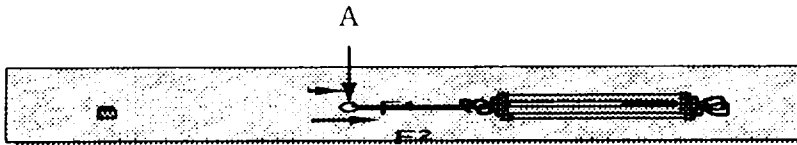


- 1) 서로 다른 용수철을 이용한 기본·공통 과정의 복습
- 2) 용수철의 직렬 연결과 병렬 연결에 대한 힘의 효과 알아보기
- 3) 일상 생활에서 용수철을 이용한 물체의 원리 알아보기
- 4) 힘의 크기와 효과를 이용한 민주 시민 교육

구분	용수철 직렬 연결				용수철 병렬 연결			
	종류				종류			
추의 개수	1	2	3	4	1	2	3	4
처음 길이								
나중 길이								
늘어난 길이								

### 실험 2. 일직선상에서 작용하는 두 힘의 합성

#### 1 기본·공통 과정

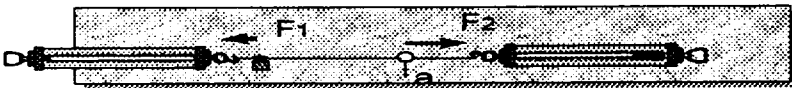


같은 방향으로 작용하는 두 힘의 합성

힘		횟 수					
		1	2	3	4	5	6
두 용수철 저울이 작용하는 힘(N)	$F_1$						
	$F_2$						
한 용수철 저울이 작용하는 힘(N)	$F$						

## 2. 보충 · 심화과정

- 1) 기본 · 공통 과정의 시험 조작 과정 및 원리 이해
- 2) 반대 방향의 두 힘의 합성 방법과 합력에 대한 힘의 효과 탐구



반대 방향으로 작용하는 두 힘의 합성

힘		횟 수			
		1	2	3	4
두 용수철 저울이 작용하는 힘(N)	$F_1$				
	$F_2$				
한 용수철 저울이 작용하는 힘(N)	$F$				

## 3) STS 및 NIE 학습



NIE 자료	교수-학습 활동
	<p>※ 만장굴 문화재 관리국과 한국몽골학회 주최로 열린 제주 조랑말 말싸움 대회이다. 다음 물음에 답하여라.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 두 말이 서로 엉겨붙어 싸울 때 작용하는 힘의 방향을 화살표로 나타내어 보자.</li> <li>2. 말싸움이 제주도 관광 문화와 지역 경제에 미치는 효과에 대해 논하시오.</li> </ol>

## 실험 3. 나란하지 않은 두 힘의 합성에 대한 결과 처리 및 토의

### 1. 기본 · 공통 과정

- 1) 합력  $F$ 의 크기와 방향은 ?
- 2) 우리 주변에서 경험한 사실을 실험과 연결하여 발표해 봅시다.

구 분		1회	1회	3회	4회
$F_1(N)$					
$F_2(N)$					
F(N)	이론치				
	실험치				

3) 우리 주변에서 경험한 사실을 실험과 연결하여 발표해 봅시다.

## 2.보충과정

1) 탐구 결과를 다음 표에 작성해 보자.

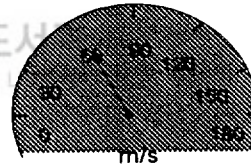
구 분	30°	60°	90°	120°
$F_1(N)$				
$F_2(N)$				
F(N)				

- 같은 크기의 두 힘의 사잇각의 변화에 따른 합력의 크기는 ?
- 힘  $F_1$ 과  $F_2$ 의 사잇각이  $120^\circ$  일 때 합력 F의 크기는 얼마인가 ?
- $F_1$ 의 크기를  $3N$ ,  $F_2$ 의 크기를  $4N$ 으로 하고 사잇각이  $90^\circ$  일 때 합력의 크기를 평행사변형법으로 구해 보자. 몇 N 인가 ?

## 실험 4. 등속 운동

### 1. 기본·공통 과정

- 1) 오른쪽 그림은 자동차의 속도계이다. 자동차가 이동하는 동안 속도계의 눈금이 다음과 같이 일정했을 때 시간-이동 거리, 시간-속력의 관계 표를 만들어 보자.










시간(s)	1	2	3	4	5	6	7	8
이동거리 (m)								
속력 (m/s)								

일정한 ■■■■■로 달리는 자동차의 시간과 이동 거리

- 2) (1)의 결과표로부터 시간-이동 거리의 그래프와 시간-속력 그래프를 그려보자.

### 2. 보충과정

	20	31.7	45.3	58.0	70.7	83.3	96.0
자.....							
							
시간	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6

드라이아이스 통의 등속 운동의 기록

- 1) 다음은 드라이아이스 통의 등속운동을 기록한 다중 선타 사진 자료다. 시간에 따른 물체의 운동에 대해 알아보자.
- 2) 드라이아이스 통의 다중 선타 사진을 분석한 자료이다. 다음 표에서 0.1초 사이의 이동 거리와 속력을 구하여 보자.

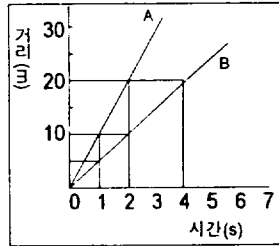
시간(s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
위치(cm)	20	31.7	45.3	58.0	70.7	83.3	96.0
이동 거리 (cm)	0	12.7	25.3	38.0	50.7	63.3	76.0
0.1초 사이의 이동 거리(cm)							
속력 (m/s)							

드라이 아이스 통의 다중 선타 기록

(3) 시간-이동 거리, 시간-속력 그래프를 그리고 정성적으로 해석해 보자.

### 3. 심화과정

- 1) 보충 과정 자료 해석 학습 - 조별 탐구
- 2) 시간-이동 거리, 시간-속력의 표를 작성하고 각각 그래프를 그려보자.
- 3) 다음 시간-거리의 그래프에서 기울기는 무엇을 의미하는가?



시간-이동거리 그래프

4. 보충 학습 : 생활 주변에서 등속 운동하는 예를 찾아 설명해 보자.
  - 1) 햇살이 비치는 방 안에서 작은 먼지가 낙하하는 것을 본 적이 있나요? 있다면 먼지가 낙하하는 운동 상태는?
  - 2) 작은 빗방울(보슬비)이 떨어질 때 운동 상태는 ?

### 실험 5. 관성의 법칙

1. 기본·공통 과정 : 교과 수준의 활동
2. 보충·심화 과정 : 학습 흥미의 지속적 유지를 위한 공통 학습

#### 1) 생각 해보기

- (1) 움직이는 물체는 계속 움직일 것이다.
- (2) 정지하고 있는 물체는 계속 정지해 있을 것이다.

#### 2) 준비물 : 접시, 생 달걀, 익힌 달걀

#### 3) 실험 장치 설계하기

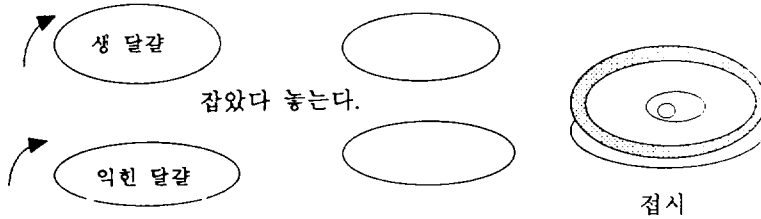
- (1) 움직이고 있는 물체가 계속 움직이고 있다는 것을 볼 수 있는 방법은?
- (2) 돌아가고 있는 날 달걀을 빨리 깨서 접시에 담는 방법은?

#### 4) 유의점

- (1) 접시가 깨지지 않도록 한다.
- (2) 날 달걀을 깨어 빠른 시간 내에 접시에 담을 때 내용물에 충격을 주지 않도록 한다.

5) 실험 과정 및 결과 기록

- (1) 두 종류의 달걀을 돌려보자. 어느 것이 잘 돌아가는가? 왜 그럴까?
- (2) 돌고 있는 두 종류의 달걀을 빨리 잡았다 놓아 보자. 어떤 현상이 나타나는가? 이러한 현상이 나타나는 까닭은 무슨 때문일까?



운동하는 물체와 정지한 물체의 관성

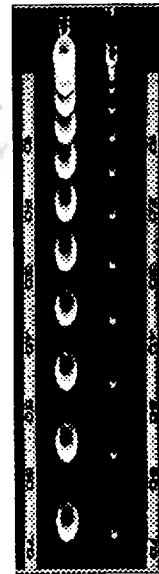
- (3) 두 달걀을 각 각 깨서 접시에 담아 보자. 빠르게 돌고 있던 달걀은 어느 것인가?

실험 6. 낙하 운동

1. 기본·공통 과제

1) 낙하하는 두 물체의 다중 선타 사진이다. 시간에 따른 이동 거리가 다음과 같았을 때 다음 표를 완성해 보자.

시간(s)	0	1/30	2/30	3/30	4/30	5/30	6/30
이동 거리(cm)	0	7.6	16.4	26.4	37.5	49.6	62.8
$\frac{1}{30}$ 초 사이의							
이동 거리(cm)							
속력(m/s)							



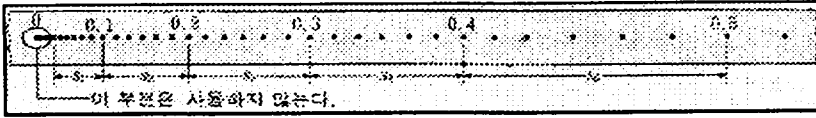
낙하 운동의 다중 선타 사진

2. 보충과정 : 교사 또는 보조 교사와 함께 하기

- 1) 제 1과정의 반복
- 2) 표에 작성된 결과로부터 시간-이동 거리, 시간-속력의 그래프를 그려 보자.
- 3) 그래프를 정량적으로 해석해 보자.

3. 심화과정

- 1) 보충 과정의 조별 탐구
- 2) 다음은 속력이 일정하게 증가하는 운동을 기록한 것이다. 종이테이프에 찍힌 타점 가격을 분석하여 시간-이동 거리, 시간-속력의 그래프를 그려보자.



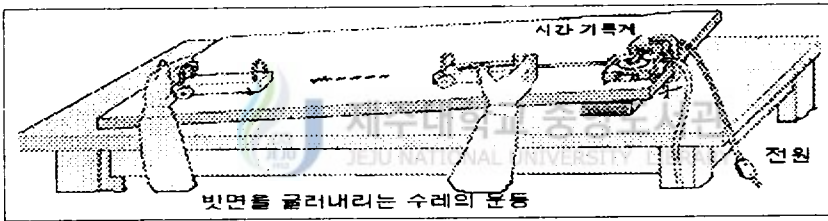
**속력이 일정하게 증가하는 운동의 기록**

3) 종이테이프에 찍힌 타점을 분석해 보면 처음 타점 부분은 일반적으로 기록을 분석할 때 잘 사용하지 않는다. 그 이유는 무엇인가 ?

**실험 7. 빗면에서의 물체의 운동**

**1. 기본 · 공통 과정(해보기)**

- 1) 빗면에서 미끄러져 내려오는 수레의 운동을 측정하기 위하여 다음 그림과 같이 실험 장치를 만들자.
- 2) 여러 번 수레를 운동시키면서 종이테이프에 타점 간격이 찍히는 모습을 관찰하고 그 특징을 말해 보자.(등속운동과 비교하여 설명해 보자.)
- 3) 물체가 운동하는 동안 작용하는 힘의 종류에 대하여 토론해 보자.



**2. 보충과정(자료 해석)**

1) 빗면에서 운동하는 어떤 물체의 운동에 대한 기록이다. 시간에 따른 이동 거리가 다음과 같다면 매초 사이의 이동 거리와 평균 속력은 얼마인가 ?

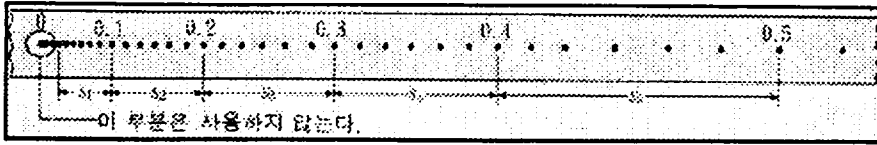
시간(S)	0	1	2	3	4	5
이동 거리(cm)	0	2	7	16	28	43
매초 사이의 이동 거리(cm)						
매초 사이의 평균 속력(cm/s)						

2) 기본 · 공통 과정에서 잘 찍힌 종이테이프를 다음과 같이 표를 만들어 운동을 분석해 보자.

**3. 심화과정**

- 1) 보충 과정의 자료 해석
- 2) 보충 과정의 자료 해석 후 발진 학습
  - (1) 어떤 빗면에서 수레의 운동이 다음과 같이 기록되었다. 종이테이프에 찍힌 기록을 분석하여 다음 표를 완성해 보자.





속력이 일정하게 증가하는 운동의 기록

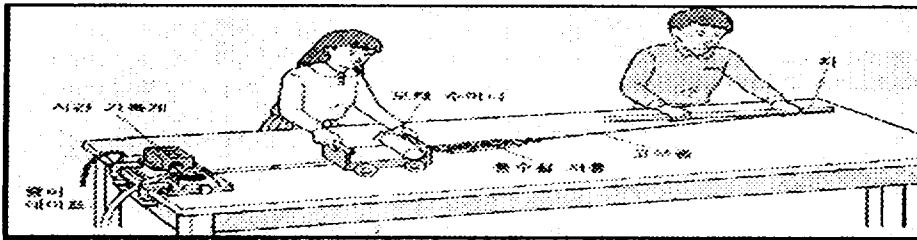
1타점 사이의 시간(S)	1/30	2/30	3/30	4/30	5/30	6/30	7/30	8/30	9/30	10/30
이동 거리(cm)										
1/30 사이의 이동 거리 (cm)										
속력(cm/s)										

(2) 시간-이동 거리, 시간-속력 사이의 그래프를 그리고 정량적으로 해석해 보자.

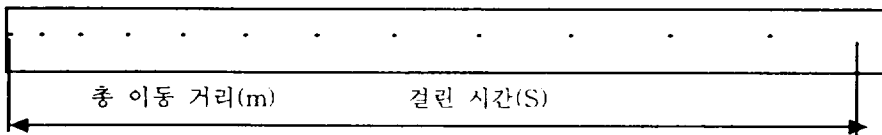
실험 8. 힘과 속력의 변화

1. 기본·공통 과제

- 1) 그림과 같은 실험 장치에서 수레에 일정한 크기의 힘을 작용하여 운동시켰을 때 종이테이프에 찍힌 타점을 4개씩 나누어 시간-속력의 그래프를 그려보자.
  - 2) 수레에 일정한 힘을 가하는 방법에 대하여 토론해 보자.
  - 3) 기록 타이머의 작동법에 대하여 알아보자.
- ※ 유의 사항 : 종이테이프에 찍힌 타점 간격이 불분명한 곳(조밀하여 알아볼 수 없는 곳은 잘라 내고 그래프를 그린다.)



힘과 속력의 변화



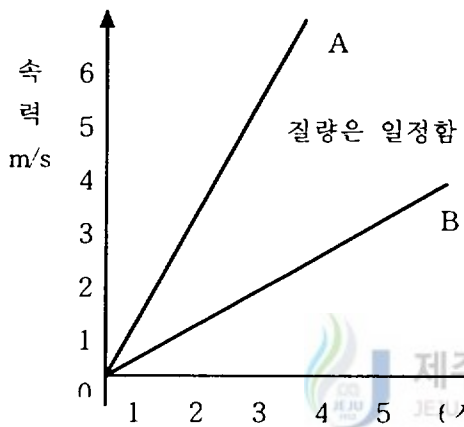
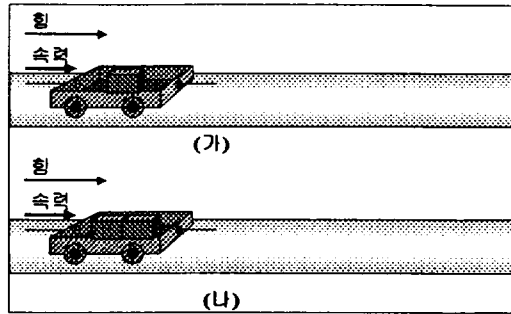
2. 보충과제 : 질량과 속력의 변화

- 1) 그림과 같이 수레에 똑같은 질량의 물체를 1개, 2개 올려놓고, 일정한 힘을 주었을 때 기록 타이머에 찍힌 타점을 분석하고 질량과 속도 변화와의 관계에 대하여 알아보자.
- 2) 기록 타이머에 찍힌 타점을 분석하여 시간-속력의 관계 그래프를 그리고 질량과 속도

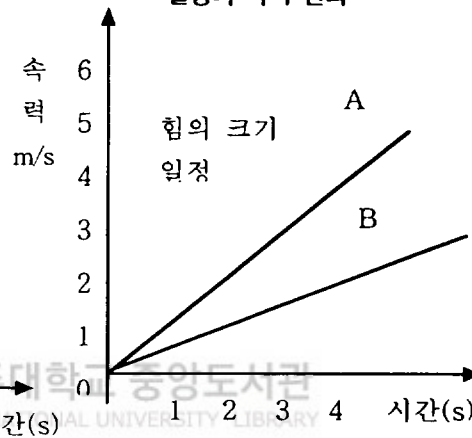
의 변화에 대하여 정성적으로 해석해 보자.

### 3. 심화과정

- 1) 보충 과정의 탐구 - 조별 실험 설계 및 토의
- 2) 질량이 일정할 때 힘의 크기에 따른 속력의 변화를 정량적 해석 해보자.
- 3) 힘이 크기가 일정할 때 질량에 따른 속력의 변화를 정량적으로 해석해 보자



작용하는 힘의 크기가 다를 때  
시간-속력 그래프

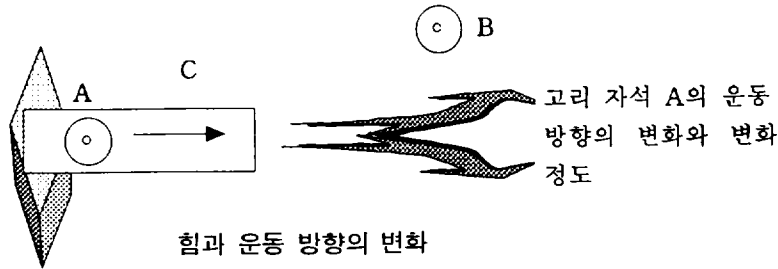


질량이 다른 두 물체에 일정한  
힘이 작용

### 실험 9. 힘과 운동 방향의 변화

1. 기본·공통 과정 : 자석의 위치에 따른 쇠구슬의 운동 방향의 변화
  - 교과서 수준의 활동 - 정창희외 11인 공저
2. 보충과정
  - 1) 기본·공통 과정의 반복
  - 2) NIE 학습 - 교사와 함께 하는 조별 토의 학습
3. 심화과정 : 기본·공통 과정 후 조별 복습 및 생활 주변에서 소재를 찾아 신문 이용 학습하기
  - 1) 그림과 같이 경사진 면을 만든 후 A, B 위치에 고리 자석을 놓고 화살표 방향으로 자석 A를 미끄러지게 해보자.
    - (1) 자석 B의 위치에 다른 운동 방향의 변화와 B 자석의 세기를 달리했을 때 운동 방

향의 변화에 대하여 탐구 결과를 정리해 보자.



- (2) B자석의 극성을 바꾸어 (1)의 탐구를 계속하고 그 결과를 발표해 보자.
- (3) 운동 방향의 변화와 자석의 세기와의 관계에 대하여 알아보자.

2) NIE 학습 - 토의 학습  
보통 과정의 신문 이용 학습

### 실험 10. 진자의 주기 측정

#### 1. 기본·공통 과정

- 1) 일상생활에서 볼 수 있는 여러 가지 운동 중에서 왕복 운동하는 예를 찾아 주기를 측정해 보자.
- 2) 진자의 동시성을 이해하고 진자의 주기에 영향을 미치는 요소를 찾을 수 있다.
- 3) 활동 내용
  - (1) 시계추의 주기 측정하기(전체 활동)
    - ① 실험실 벽에 꽤 중 시계를 걸어 놓고 추가 왕복 운동하고 있음을 살핀다.
    - ② 조별로 추가 5회, 10회, 15회 왕복하는데 걸린 시간을 측정한다.
    - ③ 조별로 추가 1회 왕복하는데 걸린 시간을 측정한다.
    - ④ 추의 길이를 다르게 하여 위의 2번째 과정을 반복해 보자.
  - (2) 메트로놈의 주기 측정하기(전체 활동)
    - ① 음악 시간에 사용하는 메트로놈은 일정한 빠르기로 왕복운동하고 있음을 확인한다.
    - ② 조별로 일정한 빠르기를 설정하여 1분 동안 왕복 횟수와 왕복하는데 걸린 시간을 측정한다.
    - ③ 메트로놈이 1회 왕복하는데 걸린 시간을 발표하기
- (3) 결과 정리
- (4) 평가 및 정리하기
  - ① 일상생활에서 왕복 운동하는 예를 찾아 말해 보자.
  - ② 주기 운동이란 ?
  - ③ 시계추의 길이에 따라 주기의 크기는 ?
  - ④ 마루에 있는 꽤 중 시계가 평소보다 느리게 가고 있다면 이를 수리하는 방법에 대해 토의해보자.

## 2. 보충과정

### 1) 활동 개요

진자의 주기에 영향을 미치는 것에는 어떤 것들이 있는지 찾아보자.

### 2) 활동 내용

#### (1) 실험 장치 꾸미기

- ① 진자(질량이 다른 진자 2개 이상 준비) 구슬, 초시계, 줄자, 흰 종이, 스탠드 등을 사용하여 실험 장치 만들기
- ② 추(100g, 200g), 초시계, 줄자, 흰 종이, 스탠드 등을 사용하여 실험 장치 만들기
- ③ 벽면에 못을 박고 질량이 다른 진자 구슬을 가지고 실험할 수 있도록 실험 장치 만들기

#### (2) 수준별로 탐구 과정

- ① 조별로 수준에 맞는 실험을 선택하여 실험 장치를 만든다.
- ② 측정하기 : 추(진자 구슬)의 질량, 진자의 길이, 진폭을 측정한다.
- ③ 조별로 진자를 일정 횟수 왕복하는데 걸린 시간을 측정한다.
- ④ 진자의 질량을 다르게 하여 위의 과정을 반복해 보자.
  - 추가 1회 왕복하는데 걸린 시간은 ? (단 진자 구슬의 왕복 횟수는 10회로 한정한다.)

#### (3) 진폭을 다르게 하여 위의 과정을 반복해 보자.

- 추가 1회 왕복하는데 걸린 시간은 ?

#### (4) 진자의 길이를 다르게 하여 위의 2번째 과정을 반복해 보자.

- 추가 1회 왕복하는데 걸린 시간은 ?

### 3) 실험 결과 정리하기(추의 왕복 횟수는 10회로 정한다.)

#### (1) 진자의 길이, 진폭을 일정하게 한 후 질량에 따른 진자의 주기를 측정해보자.

횟 수		1회	2회	3회	4회	평균
진자의 질량	20g					
	30g					
	40g					

#### (2) 진자의 길이, 질량을 일정하게 한 후 진폭에 따른 진자의 주기를 측정해보자.

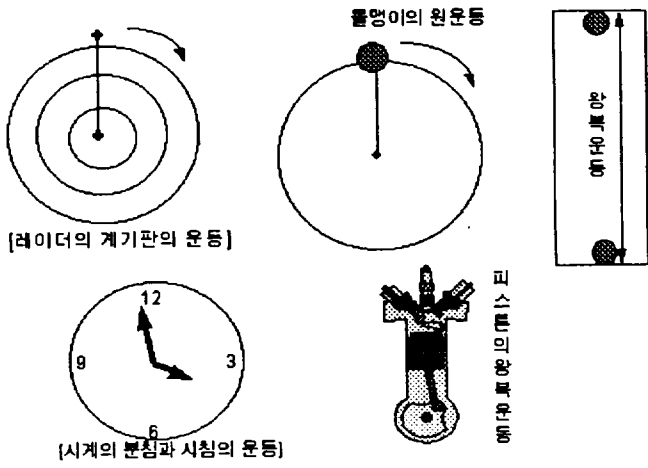
횟 수		1회	2회	3회	4회	평균
진자의 진폭	30°					
	40°					
	60°					

#### (3) 진자의 질량, 진폭을 일정하게 한 후 다음과 같이 실험하고 진자의 주기를 측정해보자.

횟 수		1회	2회	3회	4회	평균
진자의 길이	30cm					
	40cm					
	50cm					

#### (4) 진자의 동시성이란 ?

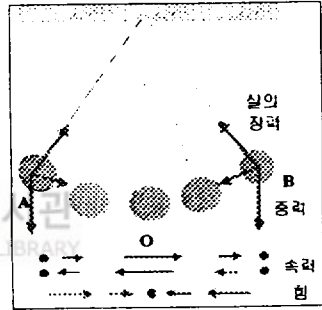
(5) 다음 운동의 특징을 말해 보자.<sup>36)</sup>



여러 가지 물체의 주기 운동

3. 심화과정

- 1) 진자의 주기 운동에서 작용하는 힘의 종류와 속력의 관계를 알아보자.
- 2) 힘의 크기를 힘의 합성법을 이용하여 구하고 진자에 작용하는 힘의 크기에 대하여 토의 해보자.
  - ① 그림 A, B에 작용하는 힘의 종류는?
  - ② 진자의 운동에 작용하는 힘의 크기와 속력은 비례한다고 할 수 있는가?
- 3) 진자의 공명(공진)이란 ?
- 4) 해보기



진자의 속력과 힘의 방향

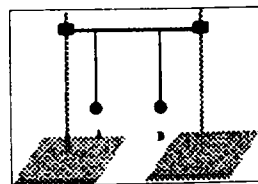
그림과 같이 철제 스탠드에 진자 A, B를 설치하고 하고 진자 A를 일정한 진폭에서 왕복 운동시켜 보자.

① 진자 A와 진자 B의 진동 상태는 어떠한가 ?

② 가)와 같은 현상을 물리적으로 설명해 보자.

※ 유의점 : 실험 시 철제 스탠드는 단단히 고정시킨다.

5) 보충과정 (5)에 예시된 물체의 운동의 특징에 대하여 말해 보자.



진자의 공명