

M
374.42
06447

碩士學位 請求論文

高等學校 物理 實驗授業의 效果的
指導 方法에 관한 研究

指導教授 金 奎 用



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

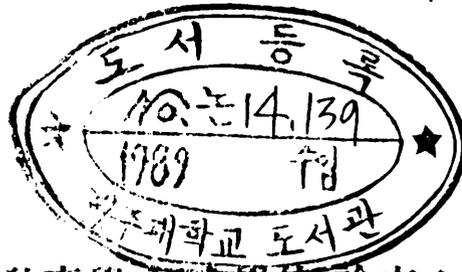
濟州大學校 教育大學院

物理教育 專攻

尹 太 建

1989年度

高等學校 物理 實驗授業의 效果的 指導 方法에 관한 研究



이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함



濟州大學校 教育大學院 物理教育專攻

提出者 尹 太 建

指導教授 金 奎 用

1989年 7月 日

尹太建의 碩士學位 論文을 認准함

1989年 7月 日



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

主 審 _____ ①

副 審 _____ ①

副 審 _____ ①

濟州大學校 教育大學院

目 次

Abstract	1
I. 序 論	2
1. 研究의 必要性	2
2. 研究의 目的	3
3. 研究의 範圍	3
II. 理論的 背景	4
1. 高等學校 物理 教育課程	4
2. 高等學校 物理教科書의 實驗內容	8
3. 科學科 授業課程 模型	9
4. 科學教育의 評價目標	11
III. 研究의 實驗	13
1. 實驗案內書의 活用	13
2. 컴퓨터 프로그램의 活用	13
3. VTR 影像資料의 活用	15
4. 實驗室 運營 方法 摸索	16
5. 實驗評價	17
IV. 研究의 檢證 및 結果	18
1. 調查 內容 및 方法	18
2. 調查 結果	18
V. 結 論	23
VI. 提 言	24
參考文獻	25
附 錄	26

< Abstract >

A study on Effective Teaching Process for Physical Experiment in High School

Yoon Tae-Gun

Physics Education Major

Graduate School of Education, Cheju National University

Cheju, Korea

Supervised by Professor Kim Kyu-Yong

Today we put great emphasis on the experimental approach in physical curricula in high school. So far there have been a lot of difficulties in the experiment teaching intended for high school students because of several problems.

So this study aims at making a research into the improvement schemes of the effective teaching process. This paper shows the several improvement schemes. These are presentation of experiment program, the reformation of experiment method and the appropriate evaluation for students' experiment activities.

The improvement schemes have the following results.

1. The presentation of experiment program helps the students take part in its class of their own accord and take the attitude of scientific approach.
2. The reformation of experiment method was helpful to reduce the time in preparing and consolidating for experiment.
3. The appropriate evaluation during the experiment has made a great advance in primary scholarship of science subject.

* A thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Education, Cheju National University in partial fulfillment of the Requirements for the degree of Master of Education in July, 1989.

I. 緒 論

1. 研究의 必要性

현행 고등학교 물리교과의 교육과정¹⁾에서는 물리현상에 관한 기본개념을 체계적으로 이해하고 과학적으로 탐구하는 능력을 배양하며, 물리학의 여러 개념이 계속 발전하고 있음을 깨닫게 하고 물리학에서 학습한 지식과 방법을 문제 해결에 활용하려는 태도를 가지게 하는 것을 물리교과의 목표로 삼고 있다.

따라서 고등학교 물리교육은 자연현상의 관찰이나 실험을 통하여 과학의 방법을 습득시키는 동시에 과학적 탐구방법을 통하여 자연의 규칙성을 스스로 발견하는 능력과 태도를 길러 주어야 할 것이다.

그래서 교육과정 운영의 정상화를 위하여 탐구학습에 관한 많은 先行研究가 있는데 그 중 몇 가지 연구물을 보면, “물리 I 실험교재 개발 및 활용”²⁾ “탐구학습을 위한 고교물리 실험의 재구성”³⁾ “실험수업 정상화를 위한 실제적 개선방안 모색”⁴⁾ “고등학교 물리교육의 실험학습 정상화 방안에 관한 연구”⁵⁾ 등이 있다. 이러한 先行研究 등을 통해 보면 실험실의 부족 및 협소, 기교재의 정밀도와 화중정도, 학습지도자료의 부족, 과학교사의 업무과다 등 해결되어야 할 많은 문제점들을 지적하면서 그러한 문제점 해결이 안 된다고 해서 본래의 물리과 학습목표와 거리가 먼 수업을 할 수는 없고, 실험을 통한 탐구학습의 정착을 위해서는 획일적인 지도 방법이나 교과서만의 맹목적인 추종에서 벗어나 교사가 지도 내용과 학생에 대한 부단한 연구를 통해 가장 알맞는 실험방법과 형태 그리고 다양한 교수 매체를 개발해내는 것이 중요하다고 하고 있다.

그리하여 물리과 교육과정에 맞게 실험안내서 및 실험영상자료를 개발, 도입하여 학습현장에 동원하고, 학생들에게 보다 탐구적이며 밀도 있는 수업을 전개하여 교육과정의 물리과 학습목표에 최대한 접근하여 보는 것이 필요하다고 생각되어 본 연구를 시작하였다.

2. 研究의 目的

본 연구에서는 고등학교 물리교육이 바람직한 방향으로 이루어지도록 하기 위하여 실험안내서와 실험영상자료를 실험학습에 활용하고 효율적 실험실 운영 및 실험학습 운영과 실험학습평가를 통하여

- 학생들이 자율적으로 실험학습을 할 수 있도록 하고
- 학생들의 과학적 태도 및 탐구능력을 신장시키며
- 실험학습에 대한 흥미유발과 실험능력을 배양시키는 데 그 목적을 둔다.

3. 研究의 範圍

본 연구에 있어서는 권숙일의 2인이 지은 고등학교 물리 I · II 교과서를 중심으로

- 교과서의 실험내용을 정리한 실험안내서의 제작
- 물리교과의 흥미유발 및 이해력 증진을 위한 컴퓨터 프로그램의 제작·도입 및 VTR 영상자료의 제작
- 학생들의 자율적 실험학습운영을 위한 방법 모색
- 효과적인 실험평가 방법 모색 등을 세화고 1학년 학생 400명과 2학년 자연반 학생 155명에 적용, 연구하였다.

II. 理論的 背景

1. 高等學校 物理 教育課程

현행 고등학교 교육과정개요"에 의하면 고등학교 물리 교육과정을 다음과 같이 설명하고 있다.

(1) 물리과 교육의 성격과 교육과정 구성의 방향

① 물리과 교육의 성격

물리학은 자연과학의 한 분야로서 주로 다루고 있는 내용은 물질이 존재하는 시·공간의 성질, 시·공간내에 존재하는 물질 입자의 상호 작용, 그것으로 인해 일어나는 변화와 에너지의 이동 및 그 분포 등이다.

따라서 물리학의 여러 개념들을 이해하고 탐구능력을 배양하며 과학적 태도를 함양한다는 것은 현대 과학문명 시대의 교양인으로서, 과학·기술계의 전문인으로서 갖추어야 할 중요한 요건 중의 하나이다. 이러한 맥락에서 고등학교 물리교육은 교양 및 전문의 기초교육을 고등학교 수준에 맞게 하여야 한다.

② 물리과 교육과정의 구성 방향

교육과정의 기본방향은 국민정신교육의 체계화, 전인교육의 충실, 과학기술교육의 강화로 요약된다. 智·德·體의 균형 뿐만 아니라, 智 자체의 균형도 필요하다. 더욱이 과학문명 사회에서는 교양으로 물리교육이 필요하다. 한편, 국가 경제발전을 고려할 때, 과학·기술 인력을 양성하는 기초로서의 물리 교육도 절실히 필요하다.

이러한 필요성과 물리과의 성격을 살려 물리과 교육과정 구성방향이 설정되었으며, 이는 다음과 같이 요약된다.

- 물리과 교육 과정은 공통 필수로 이수되는 물리Ⅰ과 물리Ⅰ에 이어 자연 과정에서 반드시 이수(직업 과정 및 실업계는 선택)하게 되는 물리Ⅱ로 구성한다.
- 물리Ⅰ에서는 교양적인 성격을 살려 물리학의 윤곽을 보여 줄 수 있도록 구성한다.
- 물리Ⅱ에서는 물리Ⅰ를 보충 심화하여, 자연과정이나 직업 및 실업계 학생들이

과학·기술 전문분야의 학업을 계속하거나 직업에 종사할 때, 그 기초가 될 수 있도록 구성한다.

- 물리I 과 물리II는 그 성격에 맞추어 구성하되 내용의 계열성을 살릴 수 있도록 구성한다.
- 물리학의 기본 개념과 탐구 과정을 조화시켜 구성한다.
- 과학적 사고력과 태도가 배양될 수 있도록 구성한다.

(2) 물리과 교육 목표

물리I 과 물리II의 목표는 <표 1>과 같다.

<표 1> 물리과 교육목표

물 리 I	물 리 II	비 고
1) 물리현상에 관한 기본개념을 체계적으로 이해하게 한다.	1) 물리현상에 관한 기본 개념을 체계적으로 이해하게하여, 자연의 규칙성을 탐구하는 데 필요한 기초지식을 가지게 한다.	• 기본개념 수준차
2) 물리현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 배양시킨다.	2) 물리현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 신장시킨다.	• 탐구능력 수준차
3) 물리학의 여러 개념들은 계속 발전하고 있음을 깨닫게 한다.		• 개념의성격
4) 물리학에서 학습한 지식과 방법을 문제 해결에 활용하려는 태도를 가지게 한다.		• 활용태도
5) 물리학의 발달이 인류 사회에 큰 영향을 끼치고 있음을 깨닫게 한다.	5) 물리학의 탐구 과정에서 즐거움을 느끼고, 물리학을 계속 학습하려는 태도를 가지게 한다.	I : 물리학의 가치 II : 학습의욕

(3) 물리과 교육 내용

물리I 과 물리II의 내용은 물리I 과 물리II의 성격에 맞추어 그 목표 달성에 적합한 내용을 선정하여 물리I은 힘과 운동, 전자기, 파동과 빛, 현대물리로, 물리II는 운동량과 에너지, 천체의 운동, 분자운동과 열, 열역학의 법칙, 전자기 유도와 전자기파, 원자모형과 스펙트럼, 원자핵과 기본입자로 구성되어 있다(교육과정표 참조).

(4) 지도 및 평가상의 유의점

① 지도상의 유의점

지도상의 유의점은 지도 내용상의 유의점과 교육과정 운영상의 유의점으로 나누어 제시하고 있다.

지도 내용상의 유의점에서는 소단원별 또는 장별로 지도내용의 흐름과 지도 범위나 수준을 구체적으로 진술하고 있다. 지도내용의 흐름을 제시한 것은 개념의 연계를 파악하는 데 도움을 주기 위한 것이며, 지도 범위나 수준을 제시한 것은 개념의 연계를 파악하는 데 도움을 주기 위한 것이며, 지도 범위나 수준을 제시한 것은 중학교 과학, 물리Ⅰ, 물리Ⅱ 사이의 불필요한 중복을 피하여, 주어진 단위 내에 학습을 효과적으로 지도함에 도움을 주고자 한 것이다.

교육과정 운영상의 유의점은 8~9개항으로 제시하였는데, 내용의 제구성, 지도 내용간의 균형, 과학도서 읽기, 수식 사용 및 지도 시기, 단위 사용, 실험 지도, 대치 자료 활용, 안전교육 등의 유의점을 제시하고 있다.

② 평가상의 유의점

평가는 목표 달성도를 알아 보고 교수-학습 방법을 개선한다는 데 그 의의가 있다. 한편, 평가 방법은 목표에 비추어 타당성 여부에 관계없이 학생의 학습 방향을 이끌어 간다. 이런 점에서 볼 때, 평가는 반드시 교육 과정 목표에 부합되어야 한다. 물리과의 목표는 개념뿐만 아니라 탐구과정, 과학적 태도도 강조하고 있다. 따라서, 물리과의 평가는 지식에 편중되지 말고 이들을 고루 평가해야 한다. 평가상의 유의점은 이런 점을 강조하면서 지식, 탐구능력, 태도의 평가에 활용할 수 있는 방법을 시사하고 있다.

이러한 평가 방법은 현실적으로 어려운 점이 없지 않으나, 이 문제점들을 하나하나 해결하도록 노력해야 할 것이다.

(5) 敎育課程

물리Ⅰ과 물리Ⅱ의 교육과정을 보면 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 물리과 교육 과정표

구분	물 리 I	물 리 II
기 본 방 향	<ul style="list-style-type: none"> • 물리 I : 교양으로서의 물리 • 기본개념, 탐구과정 중시 • 중학교과학, 물리 II의 연계 고려 	<ul style="list-style-type: none"> • 물리 II : 전문기초로서의 물리 • 기본개념, 탐구과정 중시 • 물리 I 과의 연계 고려
목 표	<ul style="list-style-type: none"> • 기본개념의 체계적 이해 • 탐구 능력 배양 • 물리개념의 변화 인식 • 물리학의 활용 태도 • 물리학의 영향 이해 	<ul style="list-style-type: none"> • 기본개념의 체계적 이해 탐구에 필요한 기초 지식 습득 • 탐구능력 신장 • 물리개념의 변화 인식 • 물리학의 활용태도 • 물리학습 의욕 고취
내 용	<ol style="list-style-type: none"> 1) 힘과 운동 <ol style="list-style-type: none"> 가) 운동의 법칙 운동의 기술, 관성, 힘과 가속도 작용과 반작용 나) 힘과 에너지 자연계의 힘, 위치에너지와 운동 에너지, 중력장내의 운동, 단진동 2) 전자기 <ol style="list-style-type: none"> 가) 전하와 전류 전기장, 전류, 전기회로 나) 전류와 자기장 전류의 자기장, 전류가 받는 힘 3) 파동과 빛 <ol style="list-style-type: none"> 가) 파동 파동의 종류와 전파, 간섭과 회절 나) 빛 빛의 파동성, 거울과 렌즈 4) 현대 물리 <ol style="list-style-type: none"> 가) 원자의 탐구 전자와 원자핵의 발견, 원자모형 나) 물질과 에너지, 물질의 이중성, 질량과 에너지 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 운동량과 에너지 운동량과 충격량 운동량의 보존 역학적 에너지와 그 보존 2) 천체의 운동, 케플러의 법칙 만유인력의 법칙 3) 분자 운동과 열 현상 기체의 분자 운동 4) 열역학의 법칙 에너지 보존, 비가역 현상 5) 전자기 유도와 전자기파 전자기 유도, 교류, 전자기파 6) 원자 모형과 스펙트럼 양자가설, 수소원자 스펙트럼 7) 원자핵과 기본입자 원자핵의 구성 원자핵의 변환과 방사능, 핵에너지
지도 및 평가상의 유의점	<ul style="list-style-type: none"> • 지도 및 평가로 나눔(16항) • 정성적 지도 강조 • 내용흐름, 내용수준 범위 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 지도 및 평가로 나눔(18항) • 정량적 지도 강조 • 내용흐름, 내용수준 범위 제시

2. 高等學校 物理教科書의 實驗內容

현행 고등학교 물리 교과서 5종 중 3개 교과서^{6,7,8)}의 단원별 실험종목 내용을 비교하여 보면 <표 3>, <표 4>와 같다.

<표 3> 현행 물리 I 교과서의 실험종목 비교

저자 단원	권숙일 외 2인	박승재 외 4인	송인병 외 1인
I. 힘과 운동	1. 힘과 가속도 2. 질량과 가속도 3. 힘의 평형 4. 자유낙하 5. 단진자의 주기	1. 운동의 분석 2. 힘, 질량 및 가속도 3. 마찰력의 성질 4. 단진자의 역학적 에너지 (해보기 : 6)	1. 속도와 가속도 2. 힘과 가속도 3. 역학적 에너지 보존 4. 단진자의 주기 측정 (관찰 : 1, 보충학습 : 1)
II. 전자 기	1. 대전 실험 2. 정전기 유도 3. 저항과 전류의 관계 4. 단자와 전압 5. 자기장 속에서 전류 가 받는 힘	1. 전하와 전기력 2. 전압과 전류의 관계 3. 전류의 자기 작용 4. 멀티 테스터 (해보기 : 5)	1. 대전체 사이의 전기 력 측정 2. 곧고 긴 도선 주위 의 자기장 (관찰 : 6, 보충학습 : 1)
III. 파동 과 빛	1. 수면파의 반사와 굴절 2. 파동의 전파 3. 파동의 회절 4. 파동의 간섭 5. 빛의 굴절	1. 수면파의 반사와 굴절 2. 수면파의 간섭과 회절 3. 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭무늬 4. 빛의 굴절 (해보기 : 9)	1. 물질파의 굴절 2. 빛의 파장 측정 (관찰 : 5, 연구 : 1 보충학습 : 1)
IV. 현대 물리		• 해보기 : 2	• 관찰 : 2
계	실험 : 15	실험 : 12 (해보기 : 22)	실험 : 8 (관찰 : 14, 연구 : 2, 보충학습 : 2)

<표 4> 현행 물리 II 교과서의 실험종목 비교

저자 단원	권숙일 외 1인	박승재 외 4인	송인병 외 1인
I. 운동과 에너지	1. 운동량 보존 2. 역학적 에너지의 보 존	1. 이차원 충돌 2. 탄성 및 중력에 의 한 위치에너지	1. 운동량의 보존 2. 역학에너지의 보존 (관찰 : 1)

저자 단원	권숙일 외 1인	박승재 외 4인	송인명 외 1인
II. 천체의 운동	1. 구심력 측정 2. 원심력	1. 등속 원운동 2. 중력가속도의 측정 (해보기: 2)	1. 구심력의 측정 (관찰: 1)
III. 분자운동과 열	1. 비열 측정 2. 보일과 샤를의 법칙	1. 열의 일당량 측정 (해보기:)	1. 비열의 측정
IV. 열역학 법칙		1. 열의 일당량 측정 2. 동전 던지기 (해보기: 1)	1. 열의 일당량 측정
V. 전자기 유도와 전자기파	1. 전자기 유도 2. 자체유도 기전력	1. 전자기 유도현상 2. LC회로의 전자기진동 (해보기: 5)	(관찰: 4)
VI. 원자 모형과 스펙트럼		1. 분광실험	
VII. 원자핵과 기본입자		(해보기: 2)	
계	실험: 8	실험: 10 (해보기: 9)	실험: 5 (관찰: 6)

<표 3>과 <표 4>를 통해서 실험종목을 비교해 보면 공통적으로 포함하고 있는 내용이 대부분이지만 실험종목 수에는 차이가 많다. 또한 내용구성을 살펴보면 많은 부분이 PSSC 물리 실험⁹⁾에 근거를 두고 있고 특히, 역학 분야와 광학 분야의 실험은 대부분 PSSC 물리 실험을 그대로 채택하였음을 볼 수 있다.

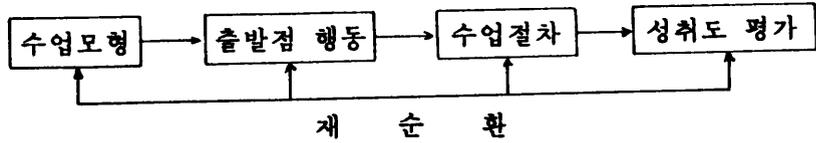
3. 科學科 授業課程 模型

탐구활동 중심의 과학학습 지도방안 연구¹⁰⁾에서 보민 과학과 수업과정 모형을 다음과 같이 설명하고 있다.

(1) Glaser의 一般 教授 模型

수업과정을 구성하는 요인이 어떤 것이어야 하는가에 대해서는 통일된 견해가 없으나 일반적으로 Glaser의 교수모형을 가장 많이 따르고 있다. Glaser의 수업과정 모형¹¹⁾은 <표 5>와 같다.

〈표 5〉 Glaser의 수업 모형

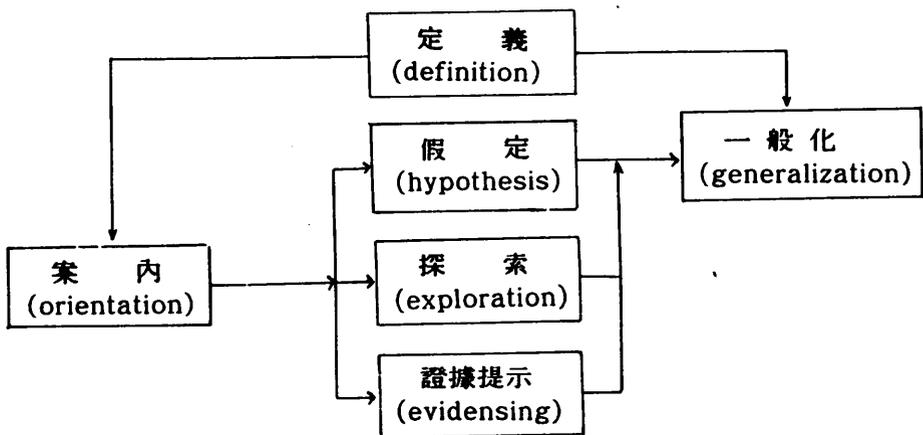


Glaser 교수모형의 특색으로는 첫째, 무엇을 가르칠 것인가를 모색하고 결정하여 그것을 수업목표로 설정하고 둘째, 그 교수목표의 달성에 관계되는 학습자의 현재수준을 진단하며 셋째, 학습자로 하여금 설정된 수업목표를 달성하게 하기 위한 수업절차를 처방·전개하며 넷째, 설정된 수업목표가 얼마나 달성되었는지를 평가하는 일련의 결정과 실천의 순환과정으로 구성되어 있다.

(2) Massialas의 探究授業 模形

탐구수업은 어떤 지식을 탐구하느냐에 따라 그 구성이 달라지는데 지금까지 개발된 탐구수업 모형은 적지 않다. 그 중 Massialas가 제시한 탐구수업¹²⁾의 특징은 민주적 풍토, 가설에 초점을 둔 탐구, 가설을 입증하는 사실의 효과적인 사용이며 수업모형은 〈표 6〉과 같다.

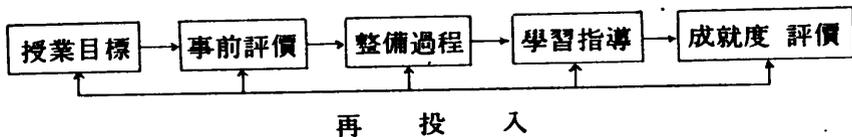
〈표 6〉 Massialas의 探究授業 模型



(3) 科學科 授業模型

과학과 수업모형도 Glaser의 수업모형의 기본원리 속에 포함시켜 설명할 수 있는데 이 모형에 과학과 학습활동을 적용한 수업과정 모형¹³⁾을 나타내면 <표 7>과 같다.

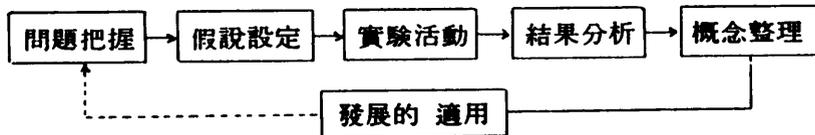
<표 7> 科學科 授業 模型



(4) 科學科 探究授業 過程 模型

과학과 탐구학습이나 발견학습과 같은 학습활동은 <표 7>에서 4번째 단계인 학습지도 과정에서 이루어진다. 같은 과학학습 내용이라도 교사의 수업계획에 따라 탐구수업 과정 및 가설 검증 수업 과정 등으로 나눌 수 있다. 그 중에서 탐구수업 과정 모형¹³⁾은 <표 8>과 같이 나타낼 수 있다.

<표 8> 科學科 探究授業 過程 模型



4. 科學教育의 評價目標

과학교육의 평가목표 분류¹⁴⁾는 Bloom이나 신희명, 박승재 등의 방법이 있으나 여기서는 Bloom의 과학교육 평가목표에 따라 실험의 평가목표는 <표 8>에 제시하였다.

그리고, 과학교육 평가목표를 평가적용 방법에 따라 분류한 것은 <표 9>와 같다.

〈표 8〉 科學教育 評價目標

행동	A) 지식과 이해력	B) 과학적 탐구 과정 I : 관찰 및 측정	C) 과학적 탐구 과정 II : 문제 발견과 해결책 강구	D) 과학적 탐구 과정 III : 자료 해석과 일반화 형성	E) 과학적 탐구 과정 IV : 이론적 모형 수정	F) 응용 능력	G) 실험기구 다루는 기술	H) 태도와 흥미
	내용	가나다라마바사	가나다라마	가나다라	가나다라마	가나다라마바	가나다	가나다라마바
과실	실							
학험	험							
분단	단							
제	제							
원	원							
목	목							

〈표 9〉 科學教育 特性 類目에 따른 評價 適用 方法

學校教育 特性 類目	行動分類領域	評價 適用 方法
A. 知識과 理解力	認知的	紙筆檢査
B. 科學的 探究過程 I	情意的	態度評價
C. 科學的 探究過程 II	認知的	紙筆檢査, 態度評價
D. 科學的 探究過程 III	認知的	紙筆檢査, 態度評價
E. 科學的 探究過程 IV	認知的	紙筆檢査, 態度評價
F. 適用 能力	認知的	紙筆檢査
G. 實驗器具 다루는 技術	心體的	技能評價
H. 態도와 興味	情意的	觀察評價

Ⅲ. 研究의 實際

1. 實驗案內書의 活用

(1) 실험안내서의 내용

교과서에 나와 있는 실험 내용을 거의 그대로 재편집하였으나 학생들이 자율적으로 실험을 할 수 있도록,

첫째, 측정값의 기록은 도표를 이용하여 기록에 편리하고 체계적 기록이 되도록 했으며

둘째, 그래프가 필요한 경우 좌표축 및 눈금간격을 선정해 주어 그래프를 그리고 분석하기가 용이하도록 하였으며

셋째, 실험보고서의 양식으로도 활용할 수 있도록 하여 탐구학습에 필요한 길잡이가 되도록 하였다.

실험안내서¹⁴⁾는 부록 1과 같다.

(2) 실험안내서의 사전 학습

준비된 실험안내서를 물리 실험수업 전에 학생들에게 나누어 주어 실험학습에 대한 전반적인 내용을 사전에 예습하도록 함으로써 실험수업 시에는 실험내용에 관한 학습시간을 절약할 수 있도록 하였으며, 학생들이 사전에 실험내용을 알고 실험수업에 임함으로써 실험수업이 학생들에 의한 자율적 실험수업이 되도록 하였다.

2. 컴퓨터 프로그램 開發 活用

현행 물리교과서에는 소개되지 않았으나 물리 실험학습에 필요한 내용을 16비트 컴퓨터 LOMAX-XT TURBO기종을 이용하여 프로그램을 개발하거나 이미 개발된 컴퓨터 프로그램^{15, 16)}을 물리 실험수업에 활용함으로써 물리 교과학습에 이해력 증진 및 흥미를 가질 수 있도록 하였다. 컴퓨터 프로그램의 예는 <표 10>과 같고, 컴퓨터 모니터에 나타나는 모양은 <그림 1>과 같다.

〈표 10〉 단진자의 주기운동에 대한 컴퓨터 프로그램

```

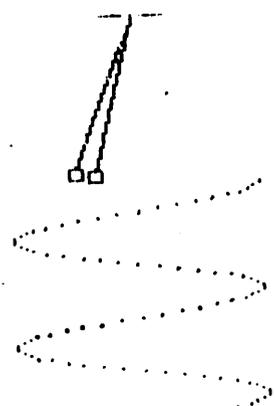
1 CLS
2 KEY OFF
10 PERIODIC MOTION
20 PI=3.141592654#
30 PRINT "* PERIODIC MOTION *"
40 ' A MASSLESS STRING
50 INPUT "LENGTH (30-120 CM)=" :L
60 'INITAL ANGLE OF THE STRING FROM THE VERTICAL LINE
70 INPUT "ANGLE (1-60 DEG)=" :A
80 N=A: 'PRINTTING NUMBER PER PERIOD
90 ' THE PERIOD OF THE MOTION
100 TT=2*PI*SQR(L/980)
110 FE=1/TT: 'THE FREQUENCY OF THE MOTION
120 K=A*PI/180: 'CONVERTING INTO RADIAN
130 'PRESENTATION OF POSITION FOR INITIAL PENDULUM
140 X=L*SIN(K)
150 Y=L*COS(K)
160 'AMPLITUDE OF A MOVING PENDULUM
170 AM=PI*L*180*A:FOR Q=1 TO 1+SQR(L):NEXT: 'SPLED=255-SQR(L)
180 CLS:SCREEN 1,0
190 PX=X+140:PY=Y
200 LINE (130,6)-(150,0),1:LINE (140,0)-(PX,PY),1
210 W=SQR(980/L): 'CALCULATION OF ANGULAR VELOCITY
220 LOCATE 20,20:PRINT "PERIOD=" :TT
230 LOCATE 21,20:PRINT "FREQUENCY=" :FE
240 LOCATE 22,20:PRINT "AMPLITUDE=" :AM
250 FOR I=0 TO 100*N
260 T=I*PI/W*N
270 AA=K*COS(W*T): 'SIMPLE HARMONIC MOTION
280 PX=QX:PY=QY
290 ' POSITION OF PENDULUM AT ARBITRARY TIME
300 QX=L*SIN(AA)
310 QY=L*COS(AA):COLOR 1,2
330 LINE (140,0)-(QX+140,QY),1
340 A=QX+140:B=QY+2:GOSUB 460
350 LINE (A-2,B-2)-(A-2,B+2),1
360 LINE (A-2,B+2)-(A+2,B+2),1
370 LINE (A+2,B+2)-(A+2,B-2),1
380 LINE (A+2,B-2)-(A-2,B-2),1
390 PSET (140+QX,1+L/3)
400 IF I+L/3=159 THEN GOTO 180
410 'ERASING THE MOVING PENDULUM
430 SCREEN 1,0:LINE (140,0)-(PX+140,PY),0
440 A=PX+140:B=PY+2:GOSUB 560
450 NEXT I
460 LINE (A-2,B-2)-(A-2,B+2)
470 LINE (A-2,B+2)-(A+2,B+2)
480 LINE (A+2,B+2)-(A+2,B-2)
490 LINE (A+2,B-2)-(A-2,B-2)

```

```

500 RETURN
510 END
560 LINE (A-2,B-2)-(A-2,B+2),0
570 LINE (A-2,B+2)-(A+2,B+2),0
580 LINE (A+2,B+2)-(A+2,B-2),0
590 LINE (A+2,B-2)-(A-2,B-2),0
600 RETURN

```



길이(L)=50
각도(A)=40



〈그림 1〉 단진자의 주기운동

예시된 프로그램을 간단히 설명하면,

1. 제목 : 단진자의 주기운동
2. 내용 : 단진자의 주기가 실의 길이에 따라 변하는 것을 알아본다.
3. 프로그램 설명
 - 추를 매단 실의 길이 L를 입력문으로 결정한다.
 - 수직선과 실과의 각도 A를 입력문으로 결정한다.
 - 추가 진동함에 따라서 正弦波를 그려 나가며 단진자의 주기운동 모습을 나타낸다.

3. VTR 影像資料의 活用

VTR 카메라를 이용하여 실험수업에 전개될 실험기구를 조작·장치하는 방법 및

실험하는 순서 등을 녹화·편집 하였다가 실험수업시에 상영하여 줌으로써 학생들이 좀 더 쉽고 흥미롭게 실험수업에 임할 수 있도록 하였다.

4. 實驗室 運營 方法 摸索

효과적이고 자율적인 실험수업이 전개되도록 하기 위해 실험조의 편성, 실험기구·준비물 바꾸니 활용, 학급별 실험부장 임명, 활용 등을 통하여 실험실의 운영 방법을 모색하여 보았다.

(1) 실험조의 편성

실험조의 편성은 각 학급 학생들의 개인차 및 학급 학생수를 고려하여서 학생들의 학급성적을 기준으로 학급당 9~10개조(1조:6명)의 실험 분단 조를 편성하여 실험조 편성표를 실험수업 시마다 실험실 입구에 게시하여 실험조의 편성이 보다 공정하고 타당성이 있도록 하였다. 실험조 편성은 <표 11>과 같다.

제주대학교 중앙도서관
LIBRARY
<표 11> 실험조 편성

제1학년 반

조		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
학 급 석 차	조장	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	조원	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
		60	59	58	57	56	55	54	53	52	51

(2) 실험기구·준비물 바꾸니 비치 활용

- 실험기구·준비물을 나누어 주고 거두는 과정의 번거로움과 시간의 절약을 위하여
- 실험종목별 준비물들을 사전에 준비하여 조별 표시가 된 바꾸니에 넣어 시범 실험대에 비치한다.
 - 이때, 실험 도중 실험기구의 고장 및 파손에 대비하여 2~3개조분의 예비 바꾸니를 준비한다.

- 실험이 시작되기 전 각조 조장이 실험준비물이 든 바구니 속 내용물을 확인하고, 실험이 끝나면 제자리로 가져오도록 한다.

(3) 학급별 실험부장 임명 활용

교사 한 사람이 50~60명의 실험학습 지도에는 협조자가 필요하다. 그리하여 학교 특활부서의 과학실습반 학생 중 학급당 1명씩의 실험부장을 임명하여

- 특활시간 등을 통하여 실험학습 예비훈련을 실시한다.
- 실험부장으로 하여금 실험기구 등의 관리를 협조토록 한다.
- 실험안내서 및 실험보고서의 수합·제출의 임무를 부여한다.
- 실험준비 및 뒤처리 협조가 가능하여 학생중심 실험학습 및 교사업무에 효과적이었다.

5. 實驗評價

실험수업에 대한 평가¹⁴⁾는 <표 12>와 같이 3개의 영역으로 나누어 실시함으로써 효과적이고 공정한 평가가 되도록 하였다.

<표 12> 영역별 실험평가표

평가영역	평가목적	평가의주안점	평가등급구분	평가비율 (실험평가100%)
실험 과정 및 태도	탐구수행 능력	<ul style="list-style-type: none"> • 실험 기구를 조작하는 능력 • 측정값을 얻어낼려는 태도 • 실험시간의 안전사항 수칙 이행 여부 • 실험기구, 준비물의 관리 태도 	<ul style="list-style-type: none"> • 매우우수(A: 5) • 우수 (B: 4) • 보통 (C: 3) • 미진 (D: 2) • 매우미진(E: 1) 	20%
실험 보고 서	과학적 사고력	<ul style="list-style-type: none"> • 실험결과를 분석하는 능력 • 결론도출의 논리성 • 실험 보고서 작성항목 누락 여부 • 실험 보고서 제출 날짜 이행 여부 	<ul style="list-style-type: none"> • 매우우수(A: 10) • 우수 (B: 8) • 보통 (C: 6) • 미진 (D: 4) • 매우미진(E: 2) 	40%
실험 지필 고사	기초학력 정착	<ul style="list-style-type: none"> • 실험 내용을 재확인 • 실험 내용의 적용 능력 • 실험 내용의 이해도 	<ul style="list-style-type: none"> • 평가 문항당 2~3점 배점 	40%

IV. 研究의 檢證 및 結果

본 연구의 결과를 밝히기 위하여 다음과 같은 내용을 조사, 분석하였다.

1. 調査 內容 및 方法

조사의 내용 및 방법¹⁴⁾은 <표 13>과 같다.

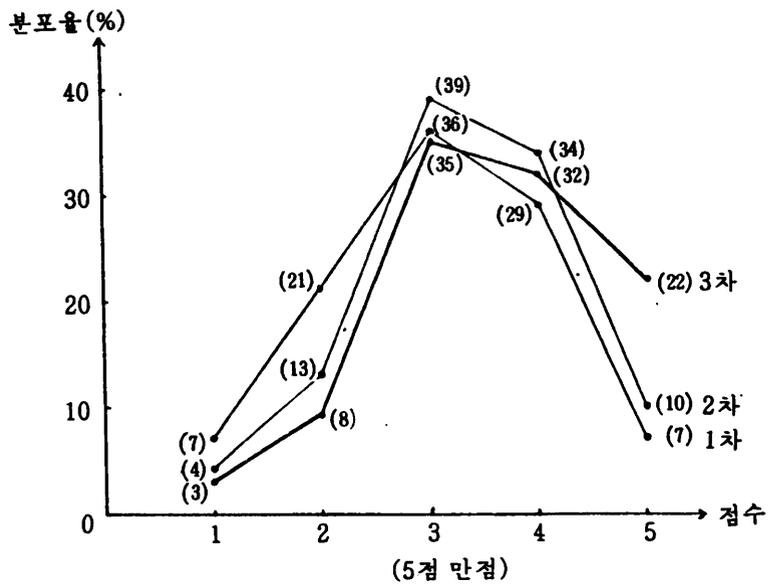
〈표 13〉 조사 내용 및 방법

조 사 내 용	조 사 방 법	대 상	시 기
• 물리실험평가 영역별 성적 비교	• 성적일람표 비교	• 제1학년 전체학생 (400명)	• 1차 : '88년 3월 중순 (본 연구방법 적용전) • 2차 : '88년 4월초 (본 연구방법 적용초기) • 3차 : '88년 10월말 (본 연구방법 적용후기)
• 물리교과 및 실험에 대한 흥미도와 반응도	• 설문조사	"	"

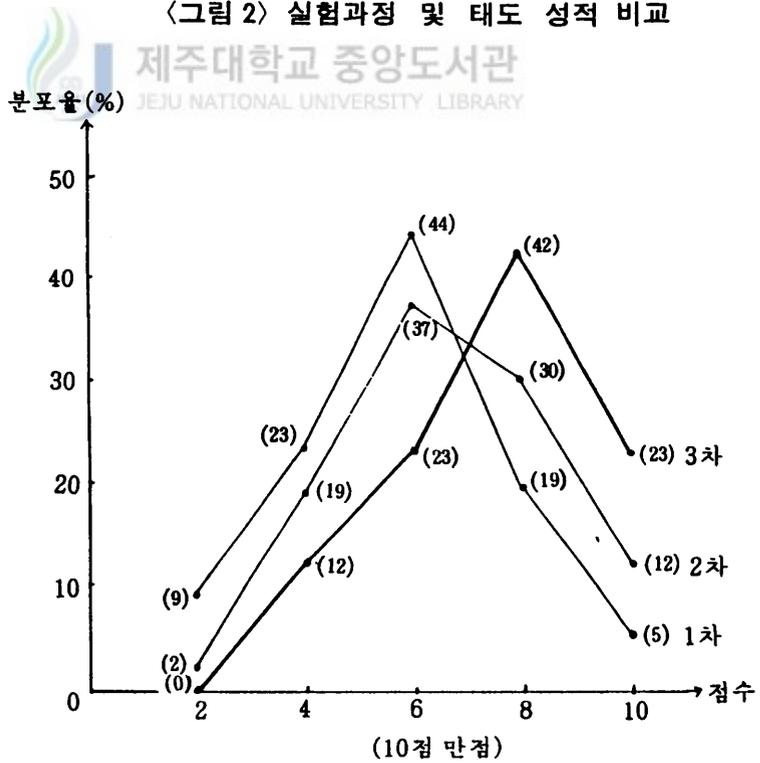
2. 調査 結果

(1) 실험평가 영역별 성적비교

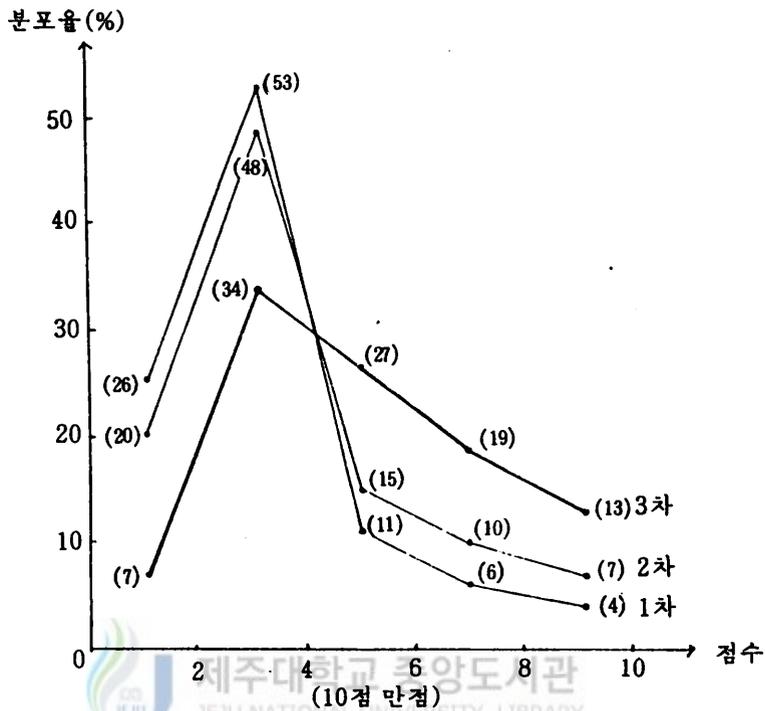
한 학기당 4종목씩의 필수 실험종목을 선정하여 실험수업을 실시하고 평가를 하는데 비교가 된 실험종목은 1차 : 힘과 가속도 2차 : 질량과 가속도 3차 : 저항과 전류이다. 비교가 된 실험종목에 대한 실험평가 영역별 성적비교는 <그림 2~4>와 같고, 각 평균성적비교는 <그림 5>와 같다.



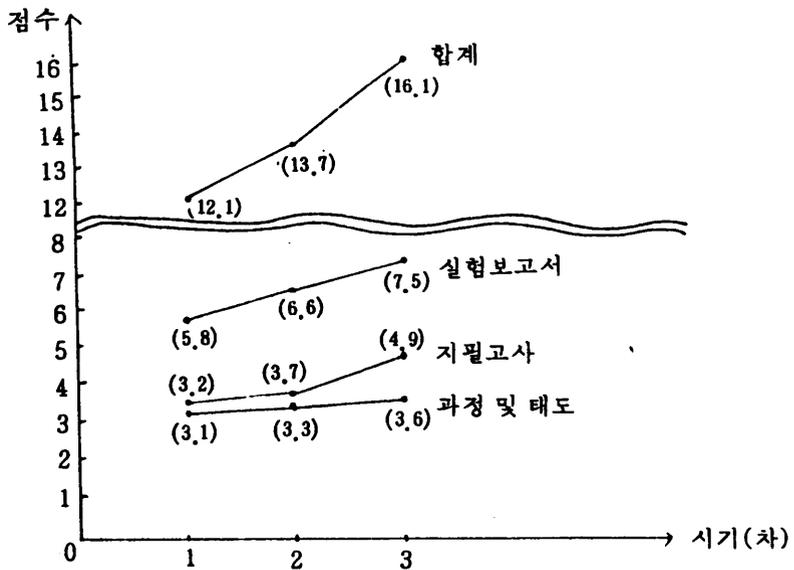
〈그림 2〉 실험과정 및 태도 성적 비교



〈그림 3〉 실험보고서 성적 비교



〈그림 4〉 실험지필고사 성적 비교



〈그림 5〉 평균 성적 비교

비교가 된 3개의 실험종목이 다르기 때문에 평가문항과 난이도에 대한 객관성과 타당성은 적다고 하겠으나 <그림 2~4>를 통해서 보면 각 영역마다 점수 분포율이 1차 시기나 2차 시기보다 3차 시기에서는 低 득점자는 줄어들고 高 득점자가 현저히 늘어난 것으로 나타나고 있음을 볼 수 있다.

(2) 물리교과 및 물리 실험수업에 대한 반응도 조사

물리교과 및 물리 실험수업에 대한 흥미도와 반응도를 1, 2, 3차에 걸쳐 조사하여 본 결과를 요약하면 <표 14>와 같다.

<표 14> 물리교과 및 물리 실험수업에 대한 반응도 요약

설 문 내 용	반 응 (응 답)	분 포 율 (%)		
		1 차	2 차	3 차
1. 물리과목에 대한 흥미	• 좋아한다.	13	19	30
2. 물리과목을 좋아하는 이유	• 실험을 하기 때문	31	35	49
3. 물리과목을 싫어하는 이유	• 이해가 어려워서	49	48	38
	• 실험을 하기 때문	3	1	0
4. 물리수업에 대한 반응	• 실험을 하면 이해가 잘 된다.	29	32	46
5. 실험안내서의 제작활용에 대해서	• 실험 학습에 도움이 된다.		51	82
6. 실험안내서의 사전학습에 대해서	• 실험 목표와 과정을 잘 알고 실험에 응할 수 있다.		38	64
7. 실험영상자료(컴퓨터, VTR)의 제작 활용에 대해서	• 자율적 탐구 학습 및 흥미유발에 도움이 된다.		55	77
8. 실험실운영(실험 준비물 바꾸니 비치, 조편성, 과학부장 임명)에 대해서	• 자율적 실험 학습 운영에 도움이 된다.		55	79
9. 실험 수업에 임하는 자세와 태도는?	• 실험기구의 조작과 측정값을 정확히 할려고 노력한다.	58	66	77
10. 실험 보고서의 작성은?	• 실험내용 이해와 측정값 해석에 도움된다.	35	42	78
11. 실험지필고사에 대해서	• 실험 내용을 재확인하는데 도움된다.	32	39	63

조사 결과를 분석하여 보면,

V. 結 論

본 연구의 결론을 요약하면,

1. 물리 실험안내서 및 컴퓨터 프로그램, VTR 영상자료를 제작, 활용함으로써 물리 실험학습은 학생 중심의 탐구활동이 조장되어 실험 평균성적이 1차 12.1에서 2차 13.7, 3차 16.1로 향상되었으며, 물리교과에 대한 흥미도 1차 13%에서 2차 19%, 3차 30%로 향상되었다.
2. 실험실 운영 방법의 개선으로 교사의 실험준비 및 정리 시간을 절약할 수 있고, 학생들의 자율적 실험학습 운영에 도움이 된다는 반응이 2차 55%에서 3차 79%로 향상되었다.
3. 실험과정 및 태도의 평가로 탐구수행 능력이 향상되어 해당영역 평균 성적이 1차 3.1에서 2차 3.3, 3차 3.6으로 향상되었고, 실험수업에 임하는 태도와 자세가 진지해졌다는 반응은 1차 58%에서 2차 66%, 3차 77%로 향상되었다.
4. 실험보고서의 작성을 통해 실험결과를 분석하는 능력과 결론 도출의 논리성이 정립되어 해당 영역 평균성적이 1차 5.8에서 2차 6.6, 3차 7.5로 향상되었고, 실험보고서 작성이 실험내용 이해와 측정값 해석에 도움이 된다는 반응도 1차 35%에서 2차 42%, 3차 78%로 향상되었다.
5. 실험 지필고사를 통해 물리학습에 대한 기초학력이 정착되어 해당 영역 평균성적이 1차 3.2에서 2차 3.7, 3차 4.9로 향상되었으며, 실험 지필고사가 실험내용을 재확인하는데 도움이 된다는 반응도 1차 32%에서 2차 39%, 3차 63%로 향상되었다.

VI. 提 言

이상과 같은 본 연구에 대한 제언을 하면 아래와 같다.

1. 과학교사의 수업시수 경감 및 유급 조교제의 운영이 필요하다.
2. 객관도 높은 실험안내서 및 실험평가 자료의 개발·보급이 요망된다.
3. 5종 또는 4종 교과서로 분리된 교과서의 통합운영이 요망된다.
4. 입시제도상 과학교육의 중요성 즉, 실험평가 등이 반영되도록 하는 정책적 배려가 요망된다.
5. 과학(물리) 수업시수를 늘려 탐구활동 수업이 학생 중심으로 이루어져야 하겠다.



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

參 考 文 獻

- 1) 문교부 "고등학교 새 교육 과정 개요". 문교부 연수자료 : 91~98, 1982.
- 2) 한영고등학교 "물리 I 실험교제 개발 및 활용". 한영고등학교 과학교육 연구보고서, 1985.
- 3) 유재욱 "탐구수업을 위한 고교물리 실험의 재구성". 고려대학교 교육대학원 석사학위논문, 1984.
- 4) 김창진 "실험수업 정상화를 위한 실제적 개선방안 모색". 제주대학교 교육대학원 석사학위논문, 1985.
- 5) 최재돈 "고등학교 물리교육의 실험학습 정상화 방안에 관한 연구". 연세대학교 교육대학원 석사학위논문, 1981.
- 6) 권숙일의 2인 "물리 I · II". 동아출판사, 1984.
- 7) 박승재의 2인 "물리 I · II". 금성출판사, 1984.
- 8) 송인명의 1인 "물리 I · II". 교학사, 1984.
- 9) PSSC번역위원회 "PSSC 물리실험 지도서". 탐구당, 1979.
- 10) 심재국 "탐구활동 중심의 과학학습 지도방안 연구". 고려대학교 교육대학원 석사학위논문 : 22~33, 1987.
- 11) 김언주 "신 교육 심리학". 문음사 : 213~214, 1987.
- 12) 고영희 "수업기술". 교육과학사 : 51, 1979.
- 13) 서울 중등과학교육 연구회 "중학교 과학실험 지도자료". 동도상사 : 4~6, 1986.
- 14) 새화고등학교 "물리과 실험평가 방법의 개선". 새화고등학교 과학교육 시범운영 보고서, 1984.
- 15) 김윤희 "컴퓨터를 통한 고등학교 물리교육의 향상". 고려대학교 교육대학원 석사학위논문, 1983.
- 16) 강석부 "컴퓨터를 이용한 중학교 과학교육의 증진방안". 고려대학교 교육대학원 석사학위논문, 1984.

附 錄

1. 實驗案內書

단원	I. 힘과 운동	제 목	I-5. 전자의 주기운동
실험 목표	1. 단진자의 주기를 측정한다. 2. 단진자의 진폭과 주기, 질량과 주기 및 길이와 주기 사이 관계를 알 수 있다. 3. 단진자를 이용하여 중력가속도를 측정하는 방법을 알 수 있다.		
준비물 및 장 치	<ul style="list-style-type: none"> • 단진자 1조(추 3개 포함) • 1m자 1개 • 스탠드 1개 • 초시계 1개 • 그래프 용지 		
실험 과 정 및 방 법	1. 그림과 같이 가는 줄 끝에 금속구를 매어 달아 길이 1m 정도의 단진자를 장치한다. 2. 금속구를 매어단 상태에서 반침점에서부터 구의 중심까지의 길이 l를 측정한다. 이것이 진자의 길이가 된다. 3. 2~3cm 정도의 진폭으로 진동시켜 10회 왕복할 때 마다의 시각을 읽어 표에 기록한다. 4. 길이와 추의 질량만을 변화시켜 주기의 변화를 측정하여 본다.		
실험 상 의 유 의 점	1. 실의 길이는 반침점에서 추의 무게 중심까지의 길이로 한다. 2. 추가 진동할때 진동면이 회전하지 않도록 주의해야 한다. 3. 중력가속도 g의 값은 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 인 식에서 부터 $g=4\pi^2\frac{l}{T^2}$ 의 공식에서 계산한다. 4. 단진자는 진폭이 작을때 단진동하므로 진폭은 길이에 비하여 작게하는 것이 좋다.		

실험 해석 및 결과

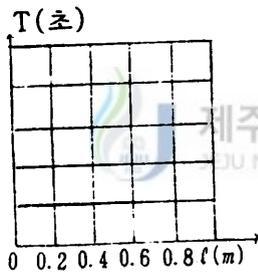
○ 측정치
 $m = 300g$ 일때

$l(m)$	$\sqrt{l}(m)$	10회 왕복 시간(초)	주기 T(초)
1			
0.8			
0.6			
0.4			
0.2			

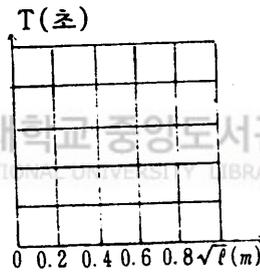
$l = 1m$ 일때

$m(g)$	10회 왕복 시간(초)	주기 T(초)

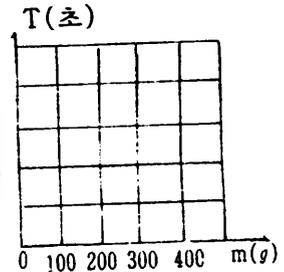
○ 고찰 1 : 단진자의 주기 T는 길이 l과 추의 질량 m과는 어떤 관계가 있는가?



<T-l 관계>
 결과 :



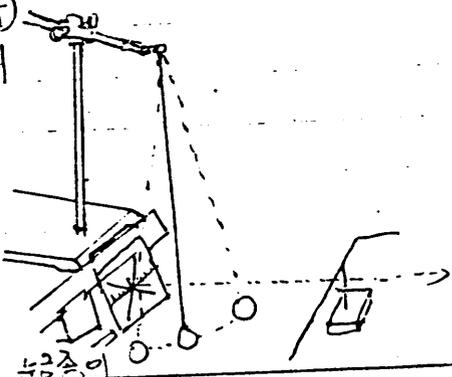
<T- \sqrt{l} 관계>
 결과 :



<T-m 관계>
 결과 :

○ 고찰 2 : 중력가속도 g를 구하면 얼마나 되는가?

2. 實驗報告書

과목	I. 회와 운동	제목	I-5 진자의 주기 운동
목적	단진자의 주기를 측정하여 길이 및 질량과의 관계를 조사하고 중력 가속도의 값을 구한다		
준비물 및 장치	단진자 1조 (추 3개 포함) 스프링 1개, 미터자 1개 초시계 1개		
실험 여 기 방 법	1) 그림과 같이 가는 철사줄 끝에 금속추를 매어달아 받침점에 걸린 고리에 다른 끝을 연결하여 길이 1m 정도의 단진자를 장치한다. 2) 금속추를 매어단 상태에서 받침점에서 북터 구의 중심까지의 길이 l 을 측정한다. 이것이 진자의 길이가 된다. 3) 2 ~ 3cm 정도의 진폭으로 진동시켜 10회 왕복할 때 마다의 시각을 190번 왕복할 때까지 계속 읽어 포에 기록한다. 4) 길이와 추의 질량만을 변화시켜 주기의 변화를 측정하여 본다.		
실험 상 의 유 의 점	1) 실의 길이는 고정점에서 추의 무게 중심까지의 길이로 한다. 2) 추가 진동할 때 진동면이 회전하지 않도록 주의해야 한다. 3) θ 의 값은 $\theta = \sqrt{\pi}$ 추의 공식에서 계산한다. 4) 단진자는 진폭이 작을 때 단진동하므로 진폭은 길이 l 에 대하여 작게 하는 것이 좋다.		

• 측정치

$m = 2.55 \text{ g}$ 일때

$l = 1 \text{ m}$ 일때

l (m)	\sqrt{l} (m)	10회 왕복 시간 (초)	T (초)	m (g)	10회 왕복 시간 (초)	T (초)
0.2 m	0.44 m	11.05	1.105	100 g	20.28	2.028
0.4 m	0.63 m	14.29	1.429	150 g	20.58	2.058
0.6 m	0.77 m	16.41	1.641	275 g	20.15	2.015
0.8 m	0.89 m	18.98	1.898			
1.0 m	1 m	20.15	2.015			

해석 및

고찰 1: 단진자의 주기 T는 길이 l과 추의 질량 m과 어떤 관계가 있는가?

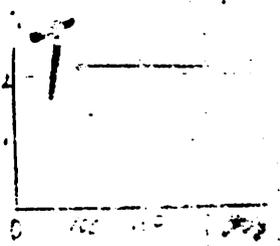
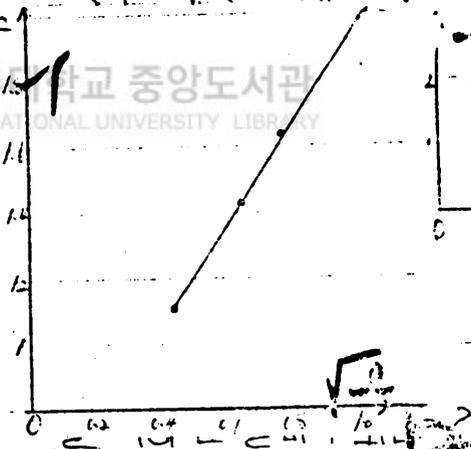
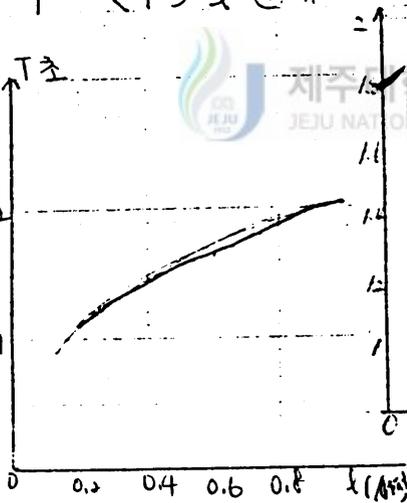
< T - l 관계 >

< T - \sqrt{l} 관계 >

< T - m 관계 >

결과

T 초



고찰 2: 중의 가속도 값을 구하면 얼마나 되는가?

$$4\pi^2 \times \frac{1}{T^2} \text{ 에서}$$

$$4 \times 3.14^2 \times \frac{1}{2.0^2} \approx 9.85 \text{ m/s}^2$$

고찰 3: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 이라면 측정값 g 에 대하여 $\frac{g-g_0}{g_0} \times 100$ (%)의 상대 오차를 구하면 얼마인가?

$$g_0 = 9.8 \text{ m/s}^2 \quad \frac{g-g_0}{g_0} \times 100 = \frac{9.85-9.8}{9.8} \times 100 = \frac{0.05}{9.8} \times 100 = 0.51 \text{ (2\%)}$$