

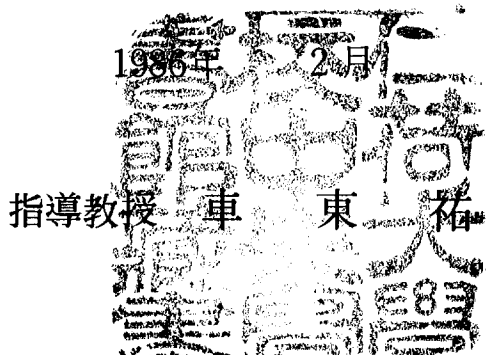
530.0712
서57 중

寄

教育學碩士學位請求論文

中·高 教材의 體系化를 통한 基本概念
形成에 對한 研究

A Study on Formulating Fundamental Concepts in Physics by
Rearranging Systematically the Contents of the Texts Used
in the Secondary Schools.



이 論文을 碩士學位 論文으로 提出함.

仁荷 大學 校 教育 大學 院


物 理 教 育 專 攻


徐 洙 源


530.0712

本 論文을 徐洙源의 碩士學位論文으로 認准함

1986年 2月

主審 崔東祐 

副審 車東祐 

副審 이기영 

感 謝 의 글

本 論文이 完成될 때까지 細心한 指導를 해 주신 車東祐 教授님께
깊은 感謝를 드리오며, 審査를 맡으시며 많은 助言을 해 주신 崔東哲
教授님과 李基永 教授님께 感謝 드립니다.

또한 研究過程에서 여러모로 도움을 주신 先輩, 同僚先生님께 謝意를
表합니다.

1986年 2月

徐 洙 源

目 次

I. 序 論	1
II. 本 論	3
1. 理論的 背景	3
2. 實態 分析.....	11
3. 教材 內容의 分析 및 定理	16
4. 教材 內容의 再編成과 基本概念 問題 研究.....	22
5. 結果 分析 및 檢討.....	30
III. 結論 및 討議	32
參考文獻	34
英文抄錄	35

表 目 次

<표 1> 中學校 科學에 對한 興味度	12
<표 2> 高等學校 物理에 對한 興味度	12
<표 3> 教材 內容 難易性	13
<표 4> 教科書와 參考書의 重要性 比較	13
<표 5> 教科書의 體系性	14
<표 6> $F = ma$ 에 對한 理解度	15
<표 7> 배운 內容에 對한 寄與度	15
<표 8> 中·高에서 배운 工夫 形態	16
<표 9> 힘과 運動 및 일과 에너지 單元에 따른 基本概念 分析	19
<표 10> 現在 教科書 힘과 加速度	20
<표 11> 現在 教科書 일과 에너지	21
<표 12> 再編成한 힘과 加速度	23
<표 13> 再編成한 일과 에너지	24
<표 14> 中學校의 힘과 加速度 問題	26
<표 15> 中學校의 일과 에너지에 對한 問題	27
<표 16> 高等學校 힘과 加速度에 對한 問題	28
<표 17> 高等學校 일과 에너지에 對한 問題	29
<표 18> 物理 學習 興味度	30
<표 19> 物理 內容 理解度	30
<표 20> 模擬考査 成績 分析	31
<그림 目 次>	
<그림 1> 中·高 物理概念의 系統表	18

I. 서 론

物理를 교습할 때는 실험과 이론을 병행해서 교육해야 한다. 특히 저학년 일수록 실험을 강조해야 함은 두말할 나위도 없다. 그래서 지금까지 실험에 대한 많은 연구들이 진행되었으며 이는 실험의 중요성을 인식케 하는 데 큰 도움을 주었다.

이와 병행하여 이론을 하는 데 있어서 그 이론의 기본개념을 체계화하는 문제도 대단히 중요한 과제라고 생각한다. 이는 우리가 급격하게 팽창하는 학문의 모든 내용을 빠짐없이 教科의 內容으로 다룰 수는 없기 때문이다. 즉 教科의 內容에 무엇이 더 첨가 되더라도 전체적인 概念과 구조를 뚜렷이 알 수 있는 가장 基本的인 概念을 体系的으로 다루는 것이다.

本 研究를 위해서 시행한 설문조사에 따르면 학년이 높아질수록 物理 教科에 대한 興味가 줄어들고 저학년에서 배운 과학지식이 고학년에서 도움을 주지 못하는 것으로 나타나 있다. 이는 위에서 말한 基本概念의 体系化가 이루어지지 않았다는 증거라고 생각한다.

따라서 학생들에게 단계적으로 基本概念을 가르쳐 시간을 절약하고 物理에 대한 흥미와 이해도를 높이며 더 나아가 보다 높은 차원의 物理를 공부하는 데 기초가 되도록 하여 주는 것이 바람직하다.

物理는 체계적이어서 하위개념을 이해하지 못하고는 상위개념을 이해하지 못한다. 이러한 특수성 때문에 기본개념에 대한 体系化가 절실히 요구된다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서 本 論文에서는 다음과 같은 점에 중점을 두었다.

첫째 中學校 教材와 高等學校 教材의 內容을 분석, 정리하고

둘째 그 內容이 基本概念의 形成에 도움을 줄 수 있도록 재편성하고

셋째 그러한 基本概念을 강화시킬 수 있는 문제를 연구하였다.

이러한 과정에서 학습자에게 基本概念을 체계있게 전달하고, 內容을 이해하게 하고 보다 발전적인 物理 教育이 이룩되도록 하자는 것이다.

이와 동시에 學生들이 가장 効率的으로 物理科 學習을 영위할 수 있도록 그 理論的 배경과 실태 분석을 통하여 先行研究의 과정을 살펴 보았다. 특히 現場 教育에서 基本概念을 學生들에게 잘 體得시킬 수 있는 物理科 學習의 基本的 論據를 마련하자는 데 本 研究의 意義가 있다.

II. 본 론

1. 이론적 배경

(1) 科學 教育의 現代的 動向

날날의 科學的 知識을 분과적, 논리적으로 배열하여 과정보다는 결과에 중점을 두었던 전통적 教育課程에서는 폭발적으로 팽창해 가는 잡다한 지식을 어떻게 다 가르치느냐 하는 問題가 있었고 학생들의 흥미 개성 욕구를 통합적, 심리적으로 조직하여 결과보다는 과정, 일체 학습보다는 개별 학습에 중점을 두었던 경험형 教育課程에서는 그 자체의 方向성과 知識의 체계성 등이 問題가 되어 결국 오늘날에는 學問型 教育課程이 대두하기에 이르렀다.

학문형 教育과정에서는 위의 두 教育과정이 지니는 장점을 절충하여 과학의 基本概念과 原理를 나선형적으로 절충 배열하여 학생 중심의 개별 학습, 과정 중심의 발견 학습으로 이끌어 감으로서 전이 효과를 높여 문제 해결력과 탐구력을 배양하자는 데 그 根本 目的을 두고 있다.

基本概念을 통한 발견 학습의 장점을 J.S.Bruner⁽¹⁾는 다음과 같이 말하고 있다.

첫째, 발견 학습은 학생들의 지적 수준을 높여준다.

둘째, 外的 보상으로 부터 內的 보상으로의 전환을 가져오게 한다.

셋째, 전이 효과를 높여준다.

넷째, 학습의 기억 과정을 촉진시킨다.

(1) Kuslan & Stone : Teaching Children Science ; an Inquiry Approach.
Wadsworth Publishing Co.(1968) P.140

(2) 基本概念의 重要性

우리가 집의 構造라고 하는 것은 집에 방이 몇개나 되며 방, 부엌, 목욕탕, 화장실 등이 어디에 놓여 있는 가를 말한다. 分子의 구조라는 말도 마찬가지로 分子를 이루고 있는 原子의 數, 原子 상호간의 위치, 결합, 강약 등을 뜻한다.

이와 같은 意味가 物理學의 경우에도 집이나 분자의 경우에서와 같이 그 學問을 이루고 있는 요소들이 있을 것이며 그 요소들이 서로 얽혀 있는 形態가 있을 것이다. 이것이 바로 物理學의 構造이며 物理學이 物理學인 것은 그 구조가 다른 學問의 構造와 다르기 때문이다.

또한 Bruner는 “知識構造를 教育의 過程을 일관하는 핵심개념으로 學問의 기저를 이루고 있는 一般的 原理, 一般的 아이디어, 基本概念, 概念과 原理 등 여러가지 말로 代用하고 있다. 또 構造의 利點은 이해, 기억, 전이, 지식과 지식의 연속성에 기초가 된다.”⁽²⁾는 것이다.

이러한 知識構造의 重要性은 많은 知識量에 대처하기 위해서는 많은 지도보다 정선된 基本概念을 体系的으로 지도하여 창의성을 개발하는 教育이 要望된다. J.S.Bruner 에 의하면 해당 學問 分野와 폭넓은 基本構造와 관련을 맺지 않는 특수한 事實이나 技術을 가르치는 것은 몇가지 根本的인 意味에서 비경제적이라 하였다.

첫째, 基本 構造와 관련을 맺지 않는 方式으로 가르치면 學生들은 이미 學習한 것을 앞으로 當面할 事態에 적용하기가 아주 어려울 것이다.

(2) J.S.Bruner 著 : Bruner 教育의 過程. 培英社新書 5 P.21 ~ 23

李烘雨 譯

둘째, 一般的인 原理를 파악하는 데 까지 미치지 못하는 學習은 知的인 희열이라는 관점에서 볼 때 아무 것도 주는 바가 없다. 教科에 대한 흥미를 일으키는 가장 좋은 方法은 學生들로 하여금 그것이 알 價値가 있는 것임을 느끼도록 하는 것이며 이것은 다시 學習에서 얻은 知識을 學習 事態 이외의 다른 事態에서도 利用할 수 있도록 할 때 可能하다.

세째, 學習에서 얻은 知識을 엮어매는 構造가 없을 때 그 知識은 쉽게 잊어 버려진다. 서로 단절된 일련의 事實은 그 記憶 수명이 가련할이 만큼 짧다. 原理나 概念에서 다시 특수한 事實들을 推理해내는 것이 人間 記憶의 급속한 마모율을 감소시키는 現在까지 알려진 有益한 方法이라고 하였다.

(3) 教材의 構造化

1) 教材 構造化의 定義

엄한준은 “교재의 構造란 目標를 핵으로 하여 教材의 基本的 內容 및 기초적 內容의 유기적 관련성을 따져 보는 말하자면 教材 內容의 理論的 構造가 되는 것”⁽³⁾이라고 말하였다.

또 김학수는 “教材의 構造化란 지엽적인 지식을 털어 버리고 핵심적이며 構造性을 가진 本質的인 知識을 말하며 教材中에서 基本概念 또는 主要概念을 抽出하는 것을 말한다.”⁽⁴⁾고 했다.

(3) 엄한준, 정덕상 : 학습 구조화의 이론과 실제. 서울문화각. 1967. P35

(4) 김학수 : 현대 교수 학습론. 서울교육 과학사. 1975. P45

知識에는 지엽적인 개별 知識 및 그 개별 知識을 집약적으로 포괄하는 典型的 知識 또는 포괄적 知識이 있고 사실이나 現象 등의 공통적이며 비교적 변하지 않는 原理 法則 등이 있는데 教育 內容으로서 바람직한 것은 요소 次元의 개별 知識이 아니라 핵심적이고 構造性을 가진 本質 知識 즉 教材의 構造이다. “教材의 構造는 중심 觀念과 基本 諸 要素로 이룩된 教材의 組織이라고 말할 수 있다.”⁽⁵⁾

Bruner 는 “基本的 構造를 지도하는 것에 대하여 基本的 知識을 이해하면 教科는 이해하기 쉬우며 細部的인 知識이 全体的으로 構造 되었을때 그 記憶이 長期化 될 것이며 基本的인 原理나 觀念에 대한 이해는 전이의 基本이 된다.”⁽⁶⁾고 말했다.

2) 教材 構造化의 方法

(가) 構造化의 過程

學習 目標를 설정하고 學習 內容을 정선하여 教材의 構造化를 통해서 學習 方法의 構造化를 이룬다.

(나) 教材 構造化의 要領

가) 學習 目標의 설정

學習 內容은 學習 目標와 學習 方法으로 구별할 수 있으나 學習 目標는 具體的으로 말하게 되면 學習 內容에 들어가게 되고, 반대로 學習 內容을 現實化하면 教材 단위의 學習 目標가 되는 것으로 學習 目標와 學習 內容은 불가분의 關係가 있는 것이다.

(5) 문교부 새 종합 교육과정 및 해설. 서울교육도서주식회사. 1976. P26

(6) J.S.Bruner: The process of Education. Havard University Press. 1961
PP 29~32

따라서 教材의 構造化를 위해서는 學習 目標을 명백히 해야 한다.
지금부터 다루려는 教材는 어떤 目標을 가지고 있으며 教材의 目標와는 어떤 관계가 있는가를 살펴야 할 것이다.

나) 學習 內容의 정선

基本的, 基礎的 內容을 정선해서 內容의 學問的 體系에 의한 정선과 學生의 準備를 고려하고, 目標 達成에 가장 效果的인 學習 方法이 구사될 수 있도록 構成에 있어서 항상 檢討를 하며 教育 過程의 테두리 안에서 選擇하여야 한다.

다) 教材의 構造化

教材를 재편성하기 위한 하나의 重要的 觀點이나 敎재화의 方法을 쉬운 단계로 부터 중단계와 고단계의 세 가지 수준을 設定하였다. 낮은 단계 구조화는 重要 어순에 밑줄을 쳐서 教材의 輕重을 구별하고, 중단계 構造化는 基本要素를 추출함으로써 단순한 나열이 아니라 論理的인 관계를 갖는 줄기가 되는 것이며, 높은 단계 構造化는 中心 概念을 추출해서 정리한다.

라) 學習 方法의 構造化

지금까지 學習의 構造를 명백히 하기 위한 內容的인 側面 즉 學習 目標, 教材의 構造化에 대해서 살펴 보았다.

다음은 이것을 學習에 適用시키는 動的 方法的 側面을 보면 다음과 같다.

㉠ 學習 過程의 構造化

動的인 學習 方法的 側面이란 構造化된 教材 內容을 가지고 이루어지

는 學習 活動 過程을 말한다. 學習 過程의 構造化란 한 단원을 學習하는 동안이나 한 時間의 學習 過程을 막론하고 學習을 해 나가는 앞 단계와 뒤 단계가 서로 상치되지 않고 일관성 있게 전개되어 나가는 것을 말한다.

㉠ 學習의 本質

Bruner 는 “ 새로운 問題를 대치하여 정보를 조작하고 그 정보를 넘어서 나아가는 것에 의하여 그 問題에 대치하는 것을 學習의 本質이라 말하고 그 本質적인 發見이란 知識을 획득하는 모든 形態를 包含한다고 말하고 있다.” (7)

㉡ 단계적 方法

學生이 教材의 內容에 接近하는 活動 즉 目標로 向하여 이루어지는 思考活動을 直觀的 思考와 分析的 思考로 나누어서 生覺할 수 있다. 學生이 어떠한 事態 - 教材 問題 現象 등에 직면하게 되면 學生은 各己 직관에 의하여 形成되는 印象을 찾기 마련이다. 이것이 일면 知識이라는 것인 데 이때 일어나는 知識은 어디까지나 客觀적인 소박한 나지 못한다. 이것은 앞으로 學習 結果에 대한 意見이고 學習은 여기를 始發點으로 해서 이루어진다.

이와 같이 가설이 成立되면 이것을 검토하고 명백한 結論을 얻기 위한 活動이 전개되는 데 여기서 비로소 細密한 思考活動이 이루어지는 것이다. 여기서는 思考가 되풀이 되고 자기 조정을 통해서 분석 檢討 過程을 거쳐 가설에 대한 結論을 얻게 한다. 한 단원의 學習이나 한

(7) 최종락의 3 과학교육신강. 경북대학교 출판부. 1976. P.141

時間의 學習에서 學習 目標를 핵으로 하는 具體적으로 構造化된 學習이 이루어져야 할 것이다.

㊸ 教材 構造化의 지도상의 長點

- 첫째, 基本的 기초적 사항이 明白해지며,
- 둘째, 教材의 理論的 體系가 明白해지며,
- 셋째, 教材의 主眼點이 明白해지며,
- 넷째, 教材가 選擇되고 學習이 용이해 진다.

(4) 基本概念과 學習指導

學習의 目的은 學習을 통하여 知的인 희열을 느끼고 더 나아가 장차 우리에게 쓸모가 있어야 한다는 것이다. 우리가 學習을 장차 쓸모있게 하는 데는 두가지 길이 있다.

한 가지는 원래 배운 일과 아주 비슷한 일에 學習의 結果를 그대로 적용하는 길이이다. 心理學者는 이 現象을 가리켜 훈련의 특수적 전이라고 한다. 예컨대 승용차 운전을 배운 뒤에는 트럭 운전을 배우기가 훨씬 쉬울 것이다. 學校 學習에서도 나중에 학교 또는 학교 이외의 다른 事態에 특수적으로 전이되는 기술을 배우게 될 것이다. 學習의 結果가 나중의 일을 보다 效率的으로 하는 또 하나의 길은 일반적 전이라고 부를 수 있는 것 다시 말하면 原理와 態도의 轉移를 통해서이다.

本質上 一般的 轉移는 원래 기술의 學習이 아니라 一般的인 아이디어의 學習과 관계가 있다. 一般的인 아이디어를 學習하고 나면 우리는 그 뒤에 부딪히는 문제들을 이미 學習한 一般的인 아이디어의 특수한 事例

로 보고 그 아이디어에 비추어 새로운 문제를 해결할 수 있을 것이다. 교육 과정의 핵심을 이루고 있는 것은 바로 이러한 一般的轉移이다. 그러므로 교육에서의 一般的轉移란 곧 基本的이고 一般的인, 아이디어로서 부단히 知識의 폭을 擴張하고 깊이를 深化하는 것을 의미한다.

그러므로 어떤 科目에 있어서든지 基本的인 아이디어를 가르치도록 교육課程이나 教授方法을 計劃하여야 한다. 따라서 學科의 教師가 學生들을 가르침에 있어서 여러가지 學問 分野의 근저에 있는 基本的인 概念 原理를 明確하게 반영할 수 있도록 교육課程을 構成할 수 있는가 하는 것이다. 그러기 위하여서

첫째는 教科에 關聯된 基本的이고 強力한 아이디어나 態度를 가장 잘 들어낼 수 있도록 基本教科를 다시 고쳐쓰고 教授 資料를 다시 짜 맞추는 問題요.

둘째는 能力과 學年이 서로 다른 學生들에 맞게 그 教授 資料의 水準을 조절하는 問題이다.

따라서 學習의 교육課程을 構成하는 일은 그 學問의 훌륭한 學者가 맡아야 하며 學習 指導의 초점은 知識의 基本概念과 一般原理에 주어져야 한다. 下位概念이나 잡다한 事實을 提示하는 것은 주로 基本概念과 一般原理에의 接近을 위한 수단에 불과하다는 것을 잊어서는 안된다. 學習者 個人的 速度에 따라 그들에게 주어져야 할 下位概念의 量도 달라져야 함은 勿論이다. 그리고 知識의 一般原理에 초점을 주는 時期도 學習者 자신이 資料를 解釋하거나 참여하는 정도 또는 더 深化된 知識을 요구하는 程度에 따라 學習者 자신이 決定하도록 해야 할 것이다.

Piaget의 發達理論에서 우리가 얻을 수 있는 “豐富한 구체적 조작의 經驗은 보다 容易한 形式的 조작의 기초가 될 것이다.” 라는 가설로서 高等한 概念도 具體的 조작의 機會를 통하여 學習시킬 수 있을 것이라는 가설이 成立될 수 있다는 點이다. 卽 Bruner는 그의 대담한 가설로서 “어떠한 教科目도 모든 兒童에게 모든 發達 段階에서 知的으로 正確한 形態로 効果있게 가르칠 수 있다.”⁽⁸⁾고 들고 나온 것으로 概念이나 原理나 法則을 어린이들의 思考形態에 맞게 그리고 그들의 言語로 옮겨 놓는 일을 말한다.

이와 같이 어떤 基本的인 概念이 兒童의 思考에 맞게 說明이 되면 그 兒童의 發達에 따라 더욱 強力하고 正確한 것으로 深化 擴大된다는 것이다.

2. 實態分析

(1) 科學에 대한 興味 調査

中學校 1.2.3學年 남·여 200名의 科學에 대한 興味度 <표-1>
高等學校 1.2.3學年 남·여 120名의 物理에 대한 興味度 <표-2>를 調査하였다. 但, 高等學校 2.3學年은 理科 學生이다.

(8) J.S Bruner 著: 브루너 教育의 過程. 1973. P.102
李烘雨 譯

< 표 - 1 > 中學校 科學에 대한 흥미도

응답항목	학년		1				2				3			
	성별	數 (N)	남		여		남		여		남		여	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
대단히 흥미있다			53	26.5	47	23.5	49	24.5	37	18.5	35	17.5	24	12
조금 흥미있다			104	52	94	47	97	48.5	86	43	81	40.5	73	36.5
비교적 흥미없다			16	8	27	13.5	19	9.5	35	17.5	37	18.5	46	23
모르겠다			27	13.5	32	16	35	17.5	42	21	47	23.5	57	28.5

남학생이 여학생보다는 흥미도가 높으며, 학년이 높아질수록 흥미도가 낮아지고 있다.

< 표 - 2 > 高等學校 物理에 대한 흥미도

응답항목	학년		1				2				3			
	성별	數 (N)	남		여		남		여		남		여	
			N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
대단히 흥미있다			10	8.3	5	4.2	21	17.5	8	6.7	12	10	3	2.5
조금 흥미있다			53	44.2	49	40.8	58	48.3	54	45	44	36.7	35	29.2
비교적 흥미없다			21	17.5	28	23.3	26	21.7	36	30	45	37.5	47	39.2
모르겠다			36	30	38	31.7	15	12.5	22	18.3	19	15.8	35	29.2

物理에서는 흥미도가 남·여의 차가 심하게 나타나고 있으며 특히 고학년에서는 여학생은 物理에 대한 흥미도가 아주 낮다.

學年이 높아질수록 흥미도가 낮아지고 있다. 그러나 1학년 보다 2학

년이 높은 것은 1학년은 文·理科의 區別이 없으나 2학년은 理科 學生이기 때문인 것 같다.

(2) 中·高 教材에 대한 調査

中·高 教材의 內容이 어떻게 편재 되었는가를 알아보기 위하여 中·高 學生 120名(단, 中學校는 男學生, 高等學校는 理科 女學生)을 대상으로 教材 內容 난이성 <표-3>, 教科書와 參考書 重要性 비교 <표-4>를 하였다.

<표-3> 教材 內容 난이성

응답항목	학교구분	중 학 교	고 등 학 교
	백 분 률	%	%
어 렵 다		54	82
쉽 다		10	
보 통 이 다		36	18

<표-4> 教科書와 參考書의 重要性 비교

응답항목	학교구분	중 학 교	고 등 학 교
	백 분 률	%	%
교과서를 중요시 한다		42	2
교과서보다 참고서를 중요시 한다		49	78
교과서가 별로 의미없다		9	20

위의 結果를 分析해 보면 中學校에서는 科學이 “어렵다”가 54% 高等學校에서는 “어렵다”가 82%이므로 物理가 어렵다는 것을 말해주고 있다. 教科書와 참고서의 重要性에 대해서 비교해 볼 때 “교과서보다

참고서를 중요시 한다”가 中學校에서는 49% 高等學校에서 78%이다. 특히 高等學校에서 “교과서를 중요시 한다”가 2%인 것은 教科書에도 問題點이 있음을 나타내고 있다.

따라서 이러한 問題점을 알아보기 위해서 物理學科 女大生 50명과 物理 教師 20명에 대해서 教科書의 体系性 <표-5>에 대한 설문 調査를 實施했다.

<표-5> 教科書의 体系性

구분 백분률	大學生	教師
	%	%
대체로 체계적이다	12	20
체계적이지 못하다	52	45
보통이다	36	35

위 표에서 보면 “체계적이지 못하다”가 大學生 52%, 教師 45%로서 教科書의 구조가 問題點이 있는 것으로 나타났다.

(3) 基本概念 內容 調査

우리가 科學과 物理를 배우는 데 저학년에서 배운 知識이 고학년에서 얼마나 도움이 되는가를 알아보기 위해서 中學校에서 배운 $F=ma$ 에 대한 1學年 女高生 600명의 “a” 概念 이해도 <표-6>를 조사해 보았다.

<표-6> F=ma 에 대한 이해도

응답항목	1 학년반										N (580)	%	
	학생 수	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10
a 는 F에 비례하고 m에 반비례 한다.	58	59	57	58	57	58	58	58	58	58	59	189	32.6
일정한 힘을가할때 F는m에 비 례하고 a에 비례한다.	25	29	29	32	26	23	29	28	24	29		274	47.2
모르겠다.	12	14	9	13	11	12	6	14	7	19		117	20.2

調査 結果 中學校에서 배운 가장 代表的인 內容을 이해하는 學生이 32.6%에 불과했다.

그래서 中學校에서 배운 內容이 高等學校에 갔을 때 도움을 주는 기여도와 中·高에서 배운 內容이 大學에 갔을 때 도움을 주는 기여도 <표-7>에 대해서 女高生 120명과 物理學科 女大生 50명을 대상으로 조사를 하였다.

<표-7> 배운 內容에 대한 기여도

응답항목	구 분	高 等 學 生	大 學 生
	백분률	%	%
많은 도움을 준다		35	20
별로 도움이 안된다		23.3	50
보통이다		41.7	28
오히려 방해가 된다		-	2

調査 結果 大學生들이 中·高에서 배운 內容이 별로 도움이 안된다가 50%인 것은 주목해야 할 일이다. 이러한 이유를 調査하기 위해서 中·高에서 物理 內容을 배운 形態 <표-8>에 대해 物理科 女大生 50

명을 調査하였다.

<표-8> 中·高에서 배운 공부 形態

응답 항목	數 (50)	%
공식·암기 위주식이다	47	94
실험 위주이다	.	.
원리와 개념 위주이다	3	6
실험위에 원리와 개념 위주이다	.	.

調査 結果 物理 工夫 形態가 公式 암기 위주식이 94%인 것으로 나타났다.

3. 教科 內容의 分析 및 定理

(1) 教科 內容의 分析

教科 內容을 分析하기 이전에 物理科 學習指導에 도움을 줄 수 있는 指導 目標과 指導上의 유의점에 대해서 알아보았다.

文敎部의 物理科 指導目標은 “첫째 物理 現象에 關한 基本概念을 이해시켜 올바른 自然觀을 가지게 하며 둘째 科學的 探究 方法을 통하여 自然의 規則性을 스스로 發見하는 能力과 態度를 기르며 셋째 物理 現象에 대한 科學的인 探究 過程을 통하여 探究 精神을 함양시키고 계속 學習하려는 意慾과 興味를 가지게 하며 넷째 物理學이 科學에서 차지하는 위치와 구실을 알게 하고 國家 發展에 이바지하려는 態度를 기른다.”

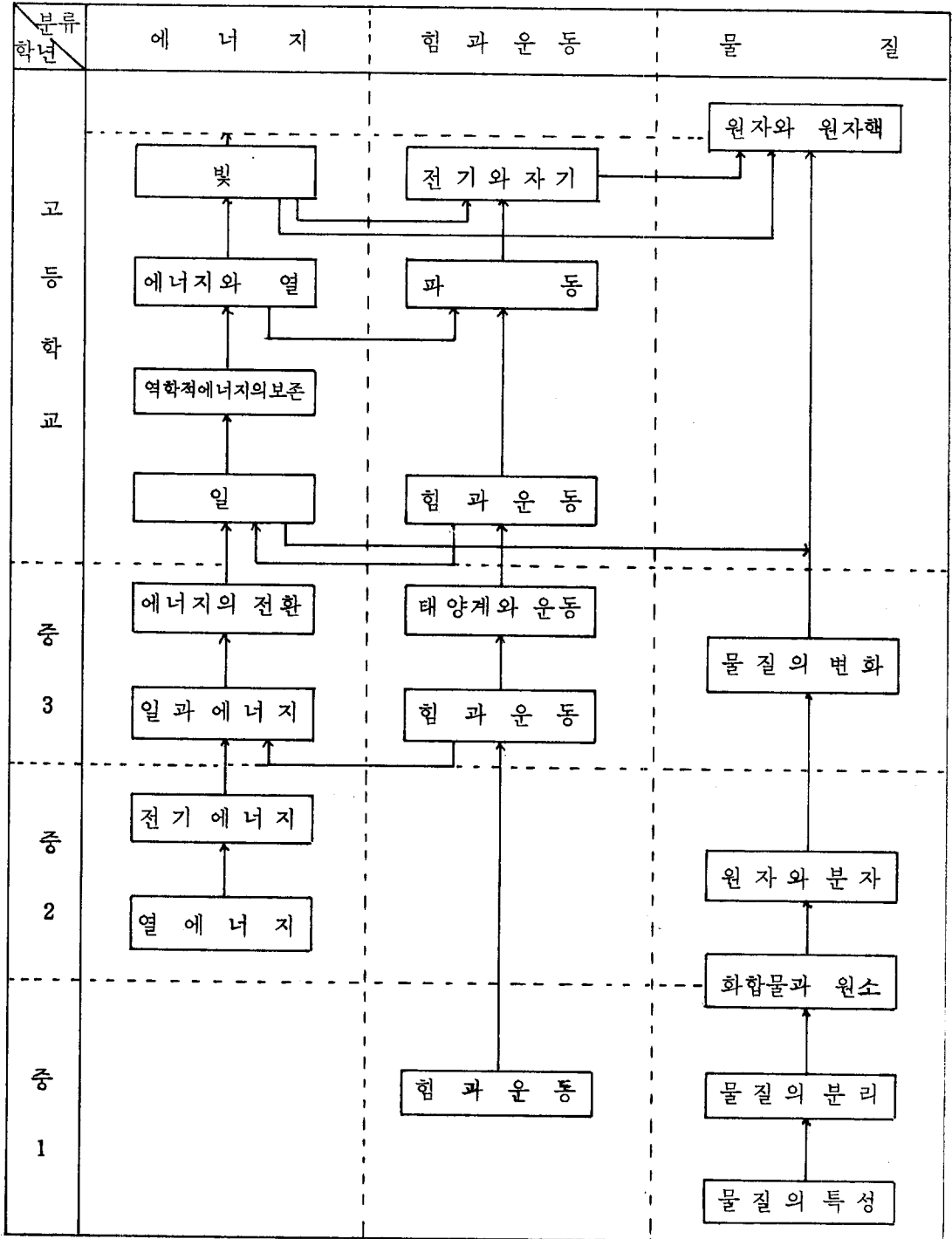
또한 物理科 指導上의 유의점으로는 “첫째 目標과 內容을 明確히 把握하여 一觀性있게 指導하도록 하며 둘째 學生들이 探究 活動을 통해서

스스로 物理 現象에 대한 規則性を 發見하게 하여 自身을 가지고 계속 探究할 수 있도록 指導하며 세째 學習에 있어서 수식 取扱에 너무 치우쳐서 基本概念 學習이 소홀히 되지 않도록 하며 네째 物理量의 單位의 重要性을 認識하도록 指導하며 다섯째 學習에서는 많은 資料를 活用하되 특히 주변에서 얻을 수 있는 資料를 活用하도록 하며 여섯째 觀察 實驗 野外調查 등에 있어서는 事前에 安全 教育을 철저히 하여 事故를 미연에 防止하도록 함에 있다.”(9)

이러한 內容을 염두해 두면서 中·高 教材를 單元별로 分類하여 重要 概念에 대한 物理概念 系統表 <그림-1>를 만들면 연계성으로 되어 있다. 物理는 크게 物質, 힘과 운동, 에너지이다. 특히 우리가 中, 高에서 物理學的으로 이해해야 할 部分은 힘과 운동, 에너지이다. 物理概念의 系統表에서 볼 수 있듯이 서로 단계적으로 연계성이어서 下位概念을 이해하지 못하고는 上位概念을 이해하지 못한다.

(9) 정연태 外 2인. 인문계 고등학교 물리교사용 지도서. 보진재. 1979(P5,P13)

<그림-1> 中·高 物理概念의 系統表



이와 같은 점에서 힘과 운동, 일과 에너지에 대한 中·高 教材의 단
원을 分析 <표-9> 하였다.

<표-9> 힘과 운동 및 일과 에너지 단원에 따른 基本概念 分析

과정 단원	中 學 校	物 理 I	物 理 II
힘 과 운 동	<ul style="list-style-type: none"> • 힘의 표시, 평형, 합성과 분해, 마찰력 • 운동-속력, 가속도 등속직선운동, 등가속도운동, 낙하운동, 주기운동 • 운동의 법칙-관성, 힘과 가속도, 질량과 가속도 운동의 제 2법칙, 작용과 반작용 	<p>단원 I. 힘과 운동 운동학 (주로 직선상의 문제)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 등속도운동: 거리, 시간, 속력 관계 • 가속도 운동 <p>{ 속력이 변하는 운동 (순간속도와 가속도): 등가속도 운동의 정량적 관계 방향이 변하는 운동: 포물선 단진동. 등속운동의 정성적 관계</p> <p>동력학(1)-뉴우튼의 운동법칙: 미분적 접근</p> <ul style="list-style-type: none"> • 힘, 벡터, 평형의 기초개념, 힘의 합력 • 관성의 법칙 • 운동의 법칙: 힘, 질량, 가속도의 일반적 정량적 관계 • 작용 반작용의 법칙 • 힘의 법칙 <p>기본적인 힘: 만유인력, 전기력, 핵력</p> <p>주변의 힘: 탄력성, 중력, 마찰력, 장력, 부력</p>	<p>1 장. 운동량과 에너지</p> <p>2 장. 천체의 운동 (벡터적 취급) 변위, 속도, 가속도 (정량적 취급)</p> <p>(벡터적 취급)</p> <p>{ 운동량과 충격량 운동량 보존의 법칙 }</p>
일 과 에 너 지	<ul style="list-style-type: none"> • 일: $W = Fs \cos\theta (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2})$ • 일과 에너지 • 역학적 에너지-운동에너지, 위치에너지, 역학적 에너지 보존 • 에너지의 보존 (에너지의 전환) (에너지의 보존) 	<p>동력학(2)-적분적 접근</p> <ul style="list-style-type: none"> • 일: $W = F \cdot s \cos\theta (0 \leq \theta \leq \pi)$ • 운동에너지: 일, 에너지 정리 도입 • 위치에너지: 중력 및 탄성 위치에너지 • 역학적 에너지의 보존 <p>{ 중력장에서의 역학적에너지: $\frac{1}{2}mv^2 + mgh$ 단진동의 역학에너지: $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$</p>	<p>$\Delta W = F_x \cdot \Delta x + F_y \cdot \Delta y$</p> <p>$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2$</p> <p>$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GmM}{r}$ ↓ 결합에너지</p>

(2) 教科 內容의 定理

中·高 教材의 힘과 운동, 일과 에너지의 分析된 內容 中에서도 다시 힘과 가속도 <표-10> 일과 에너지 <표-11>에 대한 內容을 定理하였다. 기초 物理學에 있어서 內容은 힘과 일이다. 힘과 일의 概念을 잘 整理한다면 物理學의 전반적인 이해가 쉽게 된다.

<표-10> 現在 教科書 힘과 가속도

中	高
<p>실 험 질량과 가속도</p> <p>①힘을 2배, 3배로 하면 가속도의 값은?</p> <p>②질량과 가속도 사이의 관계</p> <p>물체의 가속도 a, 작용한 힘 F, 질량 m</p> $a \propto \frac{F}{m}$ <p>비례상수 k</p> $a = k \frac{F}{m}$ <p>$k = 1$이 되도록 정의</p> <p>1N: 질량 1kg의 물체에 작용하여 $1m/s^2$의 가속도를 생기게 하는 힘</p> <p>∴ $F = ma$: 운동의 제 2 법칙</p> <p>낙하하는 물체는 중력가속도 g</p> <p>무게 $W = mg$</p>	<p>실 험 힘, 질량 및 가속사이의 관계</p> <p>①일정한 힘을 줄때</p> <p>②한 물체에 힘을 2배, 3배, 4배로 할때</p> <p>③일정한 힘을 서로 질량이 다른 물체에 작용할 때</p> <p>물체의 가속도 a, 작용한 힘 F, 질량 m</p> <p>힘, 질량, 가속도의 수량적인 관계</p> <p>가속도의 크기는 작용하는 힘의 크기에 비례</p> $a \propto F$ <p>힘이 일정할 때에 가속도는 질량에 반비례</p> $a \propto \frac{1}{m}$ <p>따라서 가속도는 힘에 비례하고 질량에 반비례한다. 비례상수 1로하면</p> <p>∴ $F = ma$</p> <p>1N : 1kg의 질량에 $1m/s^2$의 가속도를 생기게 하는 힘.</p>

<표 - 11 > 現在 教科書 일과 에너지

中	高
<p>1) 일</p> <p>①일 : 힘과 힘의 방향으로 물체가 이동한 거리를 곱한것 일=힘의크기×힘의 방향으로 이동한 거리 ○ $W = F \cdot s \cos \theta$ ($0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$) ○ 1 J : 1N의 힘으로 물체를 1 m이동시킬때 하는일</p> <p>② 실험 지레, 도르레, 빗면에서의일 일의원리 : 일반적으로 도구를 사용할때나 사용하지 않을때 사람이 하는 일은 같다.</p> <p>③일률 $P = \frac{W}{t}$</p> <p>2) 에너지</p> <p>①운동에너지 실험 실험정리 운동하는 물체가 가지는 에너지 $= \frac{1}{2} \times \text{질량} \times (\text{속력})^2 = \frac{1}{2} m v^2$</p> <p>②위치에너지 : mgh</p> <p>③용수철의 탄성력 : $F = kx$ 평균탄성력 $\frac{1}{2} Fx = \frac{1}{2} kx^2$ 탄성력에 의한 위치에너지 : $\frac{1}{2} kx^2$</p> <p>④역학적 에너지의 보존 $mgh_1 + \frac{1}{2} m v_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2} m v_2^2$</p>	<p>1) 일</p> <p>①일 : 힘 F가 계속 작용하여 s만큼 갔을때 한 일의 량 $W = F \cdot s$ 힘의 방향과 물체의 이동방향이 각 θ 일때 $W = F \cdot s \cos \theta$ ($0 \leq \theta \leq \pi$)</p> <p>②일률 $P = \frac{W}{t}$</p> <p>2) 에너지</p> <p>①운동에너지 $W = F \cdot s = ma \cdot s, s = ma \left(\frac{v^2}{2a}\right) = \frac{1}{2} m v^2$ $W = F \cdot s = \Delta E_{\text{운동}} = \frac{1}{2} m v_{\text{나중}}^2 - \frac{1}{2} m v_{\text{처음}}^2$</p> <p>②위치에너지 $mgh = mg \ell \sin \theta$</p> <p>③용수철의 탄성력 : $F = kx$ 탄성력에 의한 위치에너지 $\frac{1}{2} kx^2$</p> <p>④역학에너지 보존 낙하운동, 포물선 운동 $mgh_1 + \frac{1}{2} m v_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2} m v_2^2$</p> <p>실험 단진자의 역학에너지 실험적으로 증명 복원력에 의한 역학에너지 $\frac{1}{2} kx_1^2 + \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} kx_2^2 + \frac{1}{2} m v_2^2$</p>

4. 教材 內容의 재편성과 基本概念 問題 研究

(1) 教材 內容의 재편성

現 教材의 內容을 分析 定理한 結果 中學校 教材의 內容과 高等學校 教材의 內容이 거의 동일함을 볼 수 있다.

따라서 中學校에서는 內容의 量이 많고 어려운 基本概念을 가르치기가 어려운 形便이다.

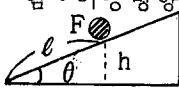
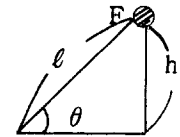
여기에서는 이러한 점에 주안점을 두어 中學校에서는 物理學에서 근간을 이루는 힘 ($F = ma$) 과 일 ($W = F \cdot s$) 에 대한 基本概念을 正確히 알 수 있도록 편성하고 나머지 部分은 高等學校 편에서 해결할 수 있도록 힘과 가속도 <표-12>, 일과 에너지 <표-13>에서와 같이 教材 內容을 구조화 시켜서 재편성 하였다.

힘에 있어서 “ a ”에 대한 精確한 概念을 이해할때 힘에 대한 이해가 쉽게 된다. 또한 일의 기본식은 $W = F \cdot s$ 인데 mgh 와 $\frac{1}{2}mv^2$ 은 $F \cdot s$ 에서 파생된 에너지 형태이다. 따라서 힘과 일에 대한 기본개념을 잘 정립해야 한다.

< 표-12 > 재편성한 힘과 가속도

중	고
<p>실 험 질량과 가속도 (전체 실험)</p> <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ $a \leftarrow F$의 관계에서 $a \propto F$ ○ $a \leftarrow m$의 관계에서 $a \propto \frac{1}{m}$ <div style="text-align: center;"> $a \propto \frac{F}{m}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> ○ F : Force (힘) ○ m : mass (질량) ○ a : acceleration (가속도) <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">} 표기법속지</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 1N : 질량 1kg의 물체에 작용하여 1m/s²의 가속도를 생기게 하는 힘 ○ a의 원인 : Force ○ Force - a · Graph 음미 <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;"> </div> <div> <p>$a > 0$: 기차, 버스 출발할때 ($F > 0$)</p> <p>$a = 0$: 등속도 운동 ($F = 0$)</p> <p>$a < 0$: 기차, 버스 정지할때 ($F < 0$)</p> </div> </div>	<p>실 험 생 략</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ $a \propto F$ $a \propto \frac{1}{m} \implies a \propto \frac{F}{m}$ ○ $a = k \frac{F}{m}$ ($k = 1$이 되도록 정의) 1N : 질량 1kg의 물체에 작용하여 1m/s²의 가속도를 생기게 하는 힘 $a = \frac{F}{m}$ ○ $F = ma$: Newton의 제 2법칙 ○ $F = ma$ ↓ 중력가속도 g : $a = g$ $F = ma \rightarrow W = mg$ <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> $\left\{ \begin{array}{l} g \text{는 } a \text{의 부분집합} \\ W : \text{Weight} \end{array} \right.$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>일반적인 물체가 받는 힘</p> <p>받는힘 = 가한힘 - { 방해하는힘 마찰력</p> <p>($ma =$) $F_{\text{알짜힘}} = F_{\text{가한힘}} - F_{\text{방해하는힘}}$</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>마찰력, 장력, 중력, 전기력, 일, 에너지, 압력... 등 F가 항상 들어 있음을 주지시키고 F에 대한 기본개념을 "확장지도"</p> </div>

< 표 - 13 > 재편성한 일과 에너지

중	고
<p>1) 일 (Work)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 일 : 힘 × 힘의 방향으로 물체가 이동한 거리 ○ $W = F \cdot s \cos \theta \quad (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2})$ ○ 1J = 1N의 힘으로 물체를 1 m 이동시킬 때 하는 일 ○ 실험 지레, 도르레, 빗면에서의 일 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 실험 ↓ Data ↓ 분석 ↓ 일의원리 : 사람이 한 일의 양은 언 제나 같다. </div> ○ $W = F \cdot s$의 분류 <ul style="list-style-type: none"> ① 평면에서의 일 <ul style="list-style-type: none"> 힘 · 이동방향 평행일 때 $\begin{array}{c} \longrightarrow F \\ \longrightarrow s \end{array} \implies W = F \cdot s$ 힘 · 이동방향 각 θ 일 때 $\begin{array}{c} F \\ \searrow \\ s \end{array} \implies W = F \cdot s \cos \theta$ ② 위치에서의 일 (s가 h로 전환) <ul style="list-style-type: none"> 힘 · 이동방향 평행일 때 $F \uparrow \uparrow h : W = F \cdot h \rightarrow W = F \cdot s$ 힘 · 이동방향 각 θ 일 때  $H : W = F \cdot h = F \cdot s \sin \theta$ 	<p>1) 일 : 힘 F가 계속 작용하여 거리 s 만큼 갔을 때 한 일의 양</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ $W = F \cdot s \cos \theta \quad (0 \leq \theta \leq \pi)$ ○ 일률 : $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$ <p>2) 에너지</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 운동에너지 <ul style="list-style-type: none"> $W = F \cdot s = mas = (ma(\frac{v^2}{2a})) = \frac{1}{2}mv^2$ $W = F \cdot s = \Delta E_{운동} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_o^2$ ② 위치에너지 <ul style="list-style-type: none"> $W = F \cdot h = mgh$  $W = F \cdot h = mgh = mg \cdot s \sin \theta$ ③ 탄성력 <ul style="list-style-type: none"> $F = kx$ $E_p = \frac{1}{2}kx^2 \quad (\Leftarrow \text{평균탄성력 } \frac{1}{2}Fx)$ ④ 역학에너지의 보존 <ul style="list-style-type: none"> 실험 단진자의 역학에너지 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 실험 ↓ Data ↓ 분석 ↓ $mgh_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$ ↓ $mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ </div> ○ 낙하운동, 포물선 운동 $mgh + \frac{1}{2}mv^2 = \text{constant}$ ○ 복원력에 의한 단진동 $\frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \text{constant}$
<p>2) 에너지 ○ 운동에너지 실험</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 실험 ○ Data ○ 분석 ○ mv^2 과 $F \cdot s$의 관계 ○ 운동에너지 = $\frac{1}{2}mv^2$ ○ 에너지와 일은 서로 상보적인 관계이다 	

(2) 問題의 研究

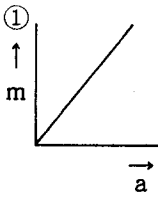
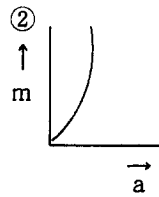
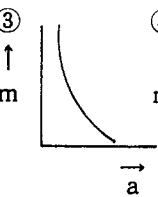
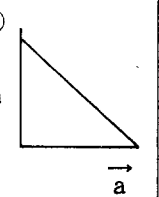
教科書 內容을 정선해서 단계적으로 基本概念을 체계화 시켰다 하더라도 基本概念이 學生들의 머리속에 잘 定立된다는 것이 그리 쉬운 일이 아니다.

따라서 基本概念 形成을 強化하기 위한 資料로서 基本概念 위주의 問題 卽 中學校에서 힘과 가속도 <표-14> 일과 에너지 <표-15> , 高等學校에서 힘과 가속도 <표-16> 일과 에너지 <표-17>를 研究하여 學生들에게 提供하였다.

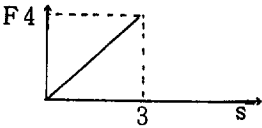
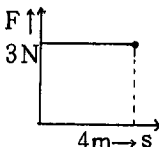
學生들이 問題를 풀어봄으로써 基本概念에 대한 이해를 보다 잘 할 수 있고 적용력을 기름으로써 創意的이고 探究的인 思考를 開發하는 데 도움을 준다.

또한 教科書의 重要性을 인식하게 되어 現在와 같이 參考書 위주의 공부 形態를 教科書 위주의 공부 形態로 전환시켜 意味있는 授業이 進行될 것이다.

< 표 - 14 > 中學校의 힘과 가속도 問題

문항 번호	문 제	이해	적용	기본개념 원리
1	질량이 일정할 때 힘의 비가 1 : 10이면 가속도의 비는?	○		$a \propto F$
2	일정한 힘을 가할 때 질량의 비가 5 : 2이면 가속도의 비는?	○		$a \propto \frac{1}{m}$
3	질량의 비가 4 : 5인 두 물체가 있다. 이들의 크기의 비가 2 : 5인 힘을 작용시켰을 때의 가속도의 비는?	○		$a \propto \frac{F}{m}$
4	크기가 같은 두힘을 물체 A, B에 각각 작용했을 때, 두 물체의 가속도의 비가 2 : 3이라면 A, B의 질량의 비는?		○	$a \propto \frac{1}{m}$ ↓ $m \propto \frac{1}{a}$
5	a와 m의 관계 Graph로서 알맞은 것은? ①  ②  ③  ④ 	○		$a \propto \frac{1}{m}$
6	마차가 소에 끌려갈 때 가속되지 않는 이유?		○	a의 개념
7	두사람이 직선상의 반대 방향에서 줄을 F의 힘으로 당기면 줄은 얼마의 힘을 받는가?		○	F의 개념

< 표 - 15 > 중학교의 일과 에너지에 대한 문제

문항 번호	문 제	이해	적용	기본개념 원리
1	40 N의 힘으로 물체를 힘의 방향으로 7 m 밀 고갔다. 힘이 한 일의 양은?	<input type="radio"/>		$W = F \cdot s$
2	힘의 방향으로 운동한 그래프가 그림과 같다. 이때 한 일의 양은? 	<input type="radio"/>		$W = F \cdot s$ ↓ $W = \frac{1}{2} F \cdot s$
3	15 N의 힘으로 물체를 힘의 방향과 60°로 10m 이동시켰다. 힘이 한 일의 양은?	<input type="radio"/>		$W = F \cdot s \cos \theta$
4	40 N의 힘으로 물체를 2 m 이동시켰는데 힘이 한 일의 양은 40 J이다. 힘과 변위가 이루는 각 의 크기는?	<input type="radio"/>		$W = F \cdot s \cos \theta$
5	어떤 물체를 30 N의 힘으로 10 m 들어올렸다. 한 일은?	<input type="radio"/>		$W = F \cdot s$ $= F \cdot h$
6	어떤 물체를 100 N의 힘으로 30°의 빗면에서 8 m 밀어올렸다. 이때 한 일은?	<input type="radio"/>		$W = F \cdot s$ $= F \cdot \ell \sin \theta$
7	질량 1 kg의 물체가 10m/s의 속도로 운동한다. 이때 운동에너지는?	<input type="radio"/>		$W = \frac{1}{2} mv^2$
8	질량 2 kg의 물체가 운동에너지가 100 J이라면 속 력은?	<input type="radio"/>		$W = \frac{1}{2} mv^2$
9	힘의 방향으로 운동이 그래프와 같이 되었을때 힘이 한 일의 양은? 	<input type="radio"/>		$W = F \cdot s$

< 표 - 16 > 고등학교 힘과 가속도에 대한 문제

문항 번호	문 제	이해	적용	기본개념 원 리
1	마찰없는 평면위에 놓인 20 kg의 물체에 100N의 힘이 작용하면 가속도의 크기는?	○		$F = m a$
2	질량 10 kg 물체에 가속도 2 m/s^2 이 생기게 하는 힘의 크기는?	○		$F = m a$
3	5 kg의 물체를 양쪽에서 20 N과 50N의 힘으로 동시에 당길때 이 물체의 가속도는?	○		$F = m a$
4	5 kg의 물체에 25N의 힘을 가했을때 마찰력이 5 N이었다면 가속도는?	○		$F = m a$ $F - F' = m a$
5	정지하고 있는 질량 1 kg의 물체에 20N의 힘을 5s 간 작용했다. 이동한 움직인 거리는?	○		$F = m a$ \downarrow $S = \frac{1}{2} a t^2$
6	10m/s로 운동하던 300 kg의 자동차가 150 m를 이동하였을때 30m/s로 되었다. 이때 자동차가 받은 힘은?	○		$F = m a$ \downarrow $v^2 - v_0^2 = 2 a s$
7	질량 5 kg의 물체가 3 m/s^2 의 가속도로 상승하는 엘리베이터 속에서 물체는 얼마의 힘을 받는가?	○		$F = m a$ \downarrow $F = m(g+a)$
8	10 N의 힘을 물체 A에 작용하면 4 m/s^2 , B에 작용하면 12 m/s^2 의 가속도가 생긴다. 한데 묶어 10 N의 힘을 가할 때 가속도는?	○		$F = m a$ \downarrow $F = (m_1 + m_2) a$
9	질량 5 kg인 물체가 서로 수직인 두힘 F_1, F_2 에 의해 가속된다. $F_1 = 6 \text{ N}$, $F_2 = 8 \text{ N}$ 이라면 이 물체의 가속도의 크기는?	○		$F_1 + F_2$ \downarrow $F = m a$
10	마찰이 없는 수평면 위에 두 물체 m_1, m_2 를 붙여 놓고 힘 F를 m_1 에 가할 때, m_1 이 m_2 를 미는 힘 f는?	○		$F = (m_1 + m_2) a$ $f = m_2 a$

<표 - 17 > 高等學校 일과 에너지에 대한 問題

문항 번호	문 제	이해	적용	기본개념 원리
1	마찰이 없는 수평면상에 놓인 질량 $10kg$ 의 물체에 $100N$ 의 힘을 가하여 $10m$ 움직였을때 힘이 한일은?	○		$W = F \cdot s$
2	$50kg$ 의 물체를 경사각 30° 의 마찰이 없는 빗면을 따라 일정한 속도로 $10m$ 밀어 올렸다. $g = 10m/s^2$ 일때 한 일은?	○		$W = F \cdot s$ $= mg \ell \sin \theta$
3	어떤 모우터가 $4s$ 동안에 $10000J$ 의 일을 하였다. 일률은?	○		$P = \frac{W}{t}$
4	케이블카에 $100N$ 의 힘을 가하여 $5m/s$ 의 일정한 속도로 산마루까지 끌어올리는 데 1 분 걸렸다. 이 모우터의 일률은?		○	$P = \frac{W}{t}$ $= F \cdot v$
5	질량이 $3kg$ 인 물체가 $10m/s$ 로 운동하고 있다. 이때 운동에너지는 얼마인가?	○		$W = \frac{1}{2} mv^2$
6	질량 $2kg$ 의 물체가 $10m/s$ 등속운동하고 있다. 속력을 2 배로 증가시키려면 몇 J 의 일이 필요한가?		○	$W = \frac{1}{2} mv^2$
7	질량 $5kg$ 의 물체를 $10m$ 끌어올리는 데 필요한 에너지는?	○		$W = mgh$
8	질량 $2kg$ 의 물체가 $10m$ 높이에 있을때 작유낙하시키면 지면에 떨어지는 순간의 속력은?	○		$mgh + \frac{1}{2} mv^2$ $=$ 일정
9	마찰없는 마루위에서 탄성률 $1N/m$ 인 용수철이 질량 $1kg$ 의 추를 매달아 $10cm$ 압축했다 놓으면 얻을 수 있는 최대 속력은?	○		$\frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2$ $=$ 일정
10	연직 상방으로 질량 $2kg$ 의 물체를 $50m/s$ 로 던져올렸다. $50m$ 높이에 있을때 물체의 속력은?		○	$mgh + \frac{1}{2} mv^2$ $=$ 일정 \downarrow $\frac{1}{2} mV^2_{max} = mgh + \frac{1}{2} mv^2$

5. 結果 分析 및 檢討

지금까지 研究한 內容이 學生들에게 興味概念理解, 成績向上에 있어서 얼마나 도움을 주었는가에 대한 結果를 알아보기 위하여 本校 理科 女 學生의 '84 學年度 學生 (57 명) 과 '85 學年度 學生 (120 명) 을 中心으로 調査 分析하였다.

'84 학년도 學生은 일반 內容으로 全体를 包括적으로 가르쳤으며 '85 학년도 學生은 어떤 內容을 가르칠 때 거기에서 核心的인 內容을 뽑아 中學校 教材의 內容과 연관시키면서 基本概念을 이해시키는 데 重點을 두었다.

이와 같은 方法을 통해서 指導한 成果를 알아보기 위하여 '84 學年度 學生과 '85 學年度 學生의 物理에 대한 興味度 <표-18> 物理 內容 이해도 <표-19> 모의고사 성적 <표-20>을 分析하였다.

<표-18> 物理 學習 흥미도

응답항목 (내용)	학년도		'85 학년도	
	인원		120	
	인원	57	N	%
대단히 흥미 있다.			7	5.8
조금 흥미 있다.	3	5.3	35	29.2
비교적 흥미 없다.	37	64.9	47	39.2
모르겠다.	17	29.8	31	25.8

<표-19> 物理 內容 이해도

응답항목 (내용)	학년도		'85 학년도	
	인원		120	
	인원	57	N	%
이 해 한 다.	5	8.8	21	17.5
보 통 이 다.	22	38.6	58	48.3
모 른 다.	30	52.6	41	34.2

< 표 - 20 > 모의고사 성적 분석

월 별 학년도	월 별							총 점	평균
	4	5	6	7	8	9	10		
'84 학년도	4.2	4.9	4.2	4.6	4.8	4.1	5.1	31.9	4.6
'85 학년도	5.8	5.7	6.0	7.6	5.9	6.8	7.4	45.2	6.5

위 표에서 분석한 결과 흥미도가 5.3%에서 35%로 내용 이해도도 8.8%에서 17.5%로 모의고사 성적도 4.6에서 6.5로 向上되었다.

따라서 이 결과를 보고 물리에 대한 놀라운 發展을 했다고 단언하기는 어려우나 基本概念 위주로 단계적으로 가르치면 보다 나은 물리 授業이 될 수 있다는 確信은 얻을 수 있다.

Ⅲ. 결론 및 토의

오늘날의 學問은 통합적인 성격을 띠기 때문에 어느 한 教科 領域에 치우치지 말고 균형있게 指導해야 한다. 그러기 위하여 한 教材의 內容에 있어서 어떤 部分만 특히 강조 될 수도 없으며 어느 部分이라고 해서 경시되거나 소외되어서는 안되는 것이다.

그러나 現實적으로 知識의 量이 急增하고 있기 때문에 제한된 時間과 空間에서 모든 內容을 지도한다는 것은 지극히 어려운 問題이다. 여기서 學校 教育의 教科 內容을 体系的으로 정선해서 基本概念을 지도할 필요를 느끼게 된다.

이런 관점에서 本 研究는 中·高 教材를 分析定理함으로써 基本概念을 찾아내고, 基本概念이 体系的으로 연결되어 原理를 把握하고 이해를 쉽게 할 수 있도록 힘과 가속도, 일과 에너지에 대한 部分만이라도 教科書를 재편성 하였으며, 基本概念에 대한 이해를 강화할 수 있도록 基本概念 內容의 問題를 研究하여 活用하였다.

그리하여 수업을 전개하였더니 흥미, 이해도가 높아졌고 성적도 크게 向上되었다. 따라서 物理內容이 어렵다 하더라도 基本概念이 体系的으로 잘 정선된 內容으로 가르친다면 學生들의 理解力, 探究力, 適用力을 增進시킬 수 있다.

研究를 통해서 本 저의 견해로는 中學校 教材와 高等學校 教材는 体系的인 면에서 연결이 제대로 되어있지 않다. 힘과 가속도, 일과 에너지에 대한 편재는 中·高 教材가 內容上 다를 게 없다. 그러다보니 中學校에서는 教材의 內容이 많고 어려우니까 基本概念을 이해시키기 보다는

암기 위주식으로 일관해 버리고 있다. 中學校에서 배우고 와야 할 基本
概念을 모르고 오니까 高等學校에 와서 內容을 理解하기란 더욱 더 어
렵게 된다. 이것을 해결하는 方法은 基本概念이 단계적으로 정립되도록
가르쳐야 한다.

따라서 基本概念이 体系化 될 수 있도록 教科書가 편성되어 初→中→
高→大가 연계성을 가질 수 있고 저학년에서 배운 內容이 고학년의 內
容을 이해하는 데 礎石이 될 수 있도록 했으면 한다.

參 考 文 獻

1. J.S.Bruner 著 : Bruner 教育의 過程. 培英社. 1973
李烘雨 譯
2. R.M.Gagné 著 : 教授 - 學習의 本質. 培英社. 1976
柳岸津 譯
3. 金純澤 著 : 授業模型. 培英社. 1977
4. 高永喜, 金在福 共著 : 授業戰略. 培英社. 1976
5. 정연태 외 2인 著 : 인문계 고등학교 물리교사용 지도서. 보진재. 1979
6. 文敎部 : 중·고등학교 새 교육과정 개요. 한국원호복지 공단. 1982
7. 엄한준, 정덕상 共著 : 學習 構造化의 理論과 實際. 서울문화각. 1967
8. 김학수 著 : 現代 教授 學習論. 교육과학사. 1975
9. 문교부 새 종합 교육과정 및 해설. 교학도서주식회사. 1976
10. 최종락 외 3인 共著 : 과학교육신장. 경북대학교 출판부. 1976
11. 仁荷大學校 物理科 教室 : 大學物理學. 인하대학교 출판부. 1983
12. Arthur Beiser 著 : The Foundations of Physics. 탐구당. 1974
安世熙 외 3인 共譯
13. Robert Resnick, David Halliday 共著 : Physics for Students of Science
and Engineering. 文運堂. 1972
金貞欽 외 5인 共譯
14. Kuslan & Stone : Teaching Children Science ; an Inquiry Approach .
Wadsworth Publishing Co. 1968
15. J.S.Bruner : The Process of Education Havard University Press. 1961

ABSTRACT

A Study on Formulating Fundamental Concepts in Physics by Rearranging Systematically the Contents of the Texts Used in the Secondary Schools.

Soo-won Seo

Physics Education Major

Graduate School of Education

Inha University

The basic character of physics education is such that, the students can understand more difficult concept only after they understand easier concept, and also they cannot apply the concept without a comprehensive understanding of several fundamental concepts.

Therefore it is necessary to simplify contents of the text and derive fundamental concepts from them before giving systematic and step-by-step instructions.

From such point of view, 1) Analysis and arrangement of the currently used secondary school physics texts 2) Rearrangement of its contents to help form fundamental concepts and 3) Presentation of typical problems which can help comprehensive understanding of such fundamental concepts, have been performed in this study.

The resultant effect which was obtained after performing classroom teaching based upon the contents of the present study is also described in detail.