

碩 士 學 位 論 文

力學 領域에서의 그림형 문제와  
그래프형 문제의 難易度 比較

指 導 教 授   金   奎   用



濟 州 大 學 校 教 育 大 學 院

物 理 教 育 專 攻

朴   天   錫

2000 年 8 月

# 力學 領域에서의 그림형 문제와 그래프형 문제의 難易度 比較

指導教授 金 奎 用

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함

2000年 6月 日

濟州大學校 教育大學院 物理教育專攻



朴天錫의 教育學 碩士學位 論文을 追認함.

2000年 7月 日

審査委員長	印
審査委員	印
審査委員	印

## <초록>

### 力學 領域에서의 그림형 문제와 그래프형 문제의 難易度 比較

朴 天 錫

濟州大學教 育大學院 物理教育專攻  
指導教授 金 奎 用

본 연구는 고등학교 물리교과서Ⅱ의 '역학' 영역에서 같은 내용의 문제를 그림형 문제와 그래프형 문제로 각각 제시하고, 문제유형에 따른 난이도를 비교하여 학습 결과 평가에서 그림의 종류에 따라 학습자의 반응이 어떻게 달라지는지 알아보고자 하는데 연구 목적이 있다. 연구 결과 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 전체 검사 대상 학생으로 한 문제유형간 난이도 비교에서 그림형 문제와 그래프형 문제간 평균 난이도는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 개별 문항에서는 운동량과 관련된 문항인 경우 그림형 문제가, 등가속도 운동과 관련된 문항인 경우 그래프형 문제의 난이도가 각각 10%이상 높게 나타났다.

둘째, 학생 특성 변인인 성별(여학생-남학생), 인지양식(사려성-충동성), 성취도(상위권-하위권)의 각 집단 내 문제유형간 난이도 비교에서 모든 집단에 대해서, 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

셋째, 학생들의 특성 변인에 따른 집단간 문제유형별 난이도 비교에서 성별인 경우 여학생 집단과 남학생 집단간에는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았지만, 인지양식에서는 그림형 문제와 그래프형 문제 모두에서 사려성 집단이 충동성 집단보다 난이도가 유의미하게 높게 나타났다. 그리고 성취도에서도 인지양식의 경우와 마찬가지로 그림형 문제와 그래프형 문제 모두 상위권 집단이 하위권 집단보다 난이도가 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다.

넷째, 학생 변인과 문제유형간 상호작용 효과 검정에서 2개변인 조합 집단과 3개변인 조합 집단 모두가 두 가지문제유형에 대해서 유의미하게 상호작용하는 경우가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 어떤 특정 조합 집단이 그림형 문제와 그래프형 문제 중 한 가지 문제유형을 특별히 선호하지 않는다는 결론이 된다.

# 차 례

< 초 록 > .....	i
I. 서 론 .....	1
II. 이론적 배경 .....	3
1. 문제 해결 .....	3
2. 그림의 종류 .....	5
3. 인지양식 .....	6
4. 성별 두뇌 기능의 차이 .....	8
5. 문제유형에 따른 학생들의 반응에 관한 연구 .....	8
III. 연구 방법 .....	11
1. 검사 문항의 개발 .....	11
2. 난이도의 계산 .....	14
3. 예비 검사 .....	14
4. 본 검사의 실시 .....	15
5. 검사결과의 분석 방법 .....	16
IV. 연구 결과 .....	17
1. 문제지 유형별 난이도 .....	17
2. 전체 학생에 대한 문제유형간 난이도 비교 .....	19
3. 학생 변인별 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교 .....	20
4. 학생 변인에 따른 집단간 문제유형별 난이도 비교 .....	27
5. 상호작용 효과 .....	29
V. 결론 .....	36
참 고 문 헌 .....	38
Abstract .....	40
부록1. 인지양식검사지 .....	42
부록2. 문제유형별 검사지 .....	43

# I. 서론

문제를 해결하는 인간의 두뇌 속에서 처리되는 정보의 형태는 언어적인 정보와 영상적인 정보로 나눌 수 있다. 언어적 정보는 듣거나 읽기에 의해서 얻을 수 있고, 영상적인 정보는 봄으로써 획득할 수 있다.<sup>1)</sup> Small 등<sup>2)</sup>은 학습에서 글과 관련된 그림의 기능에 대한 연구에서, 그림을 글과 함께 제시해주는 것이 글만 제시하는 것보다 정보에 대한 학생들의 학습효과를 높여준다고 하였다. Paivio<sup>3)</sup>는 그림에 관한 연구결과 그림은 세 가지 기능을 갖는다고 하였다. 첫째, 그림은 학습자의 주의를 끄는데 있어 효과적이고 둘째, 언어로 기술하기 어려운 정보를 이해하는데 도움을 줄 수 있으며 셋째, 그림은 습득된 지식을 기억하기 쉽도록 해준다고 하였다. 그리고 Levin<sup>4)</sup>과 Levin 등<sup>5)</sup>은 그림은 첫째, 표상적(表象的) 기능 둘째, 구조적(構造的) 기능 셋째, 해석적(解釋的) 기능이 있다고 하였다.

학습 과정뿐만 아니라 학습결과에 대한 평가 문제 속에서도 학생들에게 제시되는 정보는 언어적 정보와 영상적 정보로 나눌 수 있으며, 따라서 같은 내용의 평가 문제라도 문제의 제시 유형을 언어적으로 하느냐 영상적으로 하느냐에 의해 학생들의 성취결과가 다르게 나타날 수도 있다. 김영삼<sup>6)</sup>은 고등학교 역학 영역에서 문제의 내용을 같게 하고 문제의 형태를 글형, 그림형, 글-그림형으로 제시하였을 때, 문제유형별 정답율은 그림형 문제가 가장 높게 나타났다고 하였다. 허명희<sup>1)</sup>는 고등학교 전자기 영역에서 문제의 내용을 같게 하고 문제의 형태를 글형, 그림형, 글-그림형으로 제시하였을 때, 글-그림형의 난이도가 가장 높게 나타났다고 하였다. 이는 김영삼의 역학 영역에서의 선행 연구와 다른 결과이다.

Issing 등<sup>7)</sup>은 그림의 종류를 표상적 그림, 논리적 그림, 유추적 그림의 세 가지로 나누었다. 표상적 그림은 그 그림이 나타내려는 실물과 물리적으로 아주 닮은 그림들을 말한다. 논리적 그림은 그 그림이 표현하는 물체들과

물리적인 유사점이 없고 논리적으로만 관련이 있다. 유추적 그림은 말하려는 대상과 비슷한 기능적 구조를 갖는 대상을 표상적으로 표현한 그림이라고 할 수 있다.

학교 현장에서 물리 교육과 관련하여, 특히 '역학' 영역에서, 학습 과정과 학습결과 평가에서 영상적 정보인 그림을 많이 사용한다. 최근 3년간 실시된 대학수학능력시험에서 수리탐구Ⅱ의 물리 교과 '역학' 영역 관련 문항을 조사한 결과 총 20개의 문항 중 그림(표상적 그림)을 이용한 문제가 8개 문항, 그래프(논리적 그림)를 이용한 문제가 3개 문항, 그림과 그래프를 함께 이용한 문제가 9개 문항이었으며, 순수하게 언어적 정보만을 사용한 글형 문제는 단 한 개의 문항도 없었다. 이와 같이 그림은 물리 교육의 학습 과정뿐만 아니라 학습결과 평가에서도 통상적으로 사용되어지고 있음을 알 수 있으며, 학습결과 평가에서 같은 영상 정보인 그림의 종류에 따른 학습자의 반응에 관한 연구가 물리 교육 방법 개선에 도움을 줄 수 있으리라 예상할 수 있다.

따라서 본 연구는 고등학교 물리교과서Ⅱ의 '역학' 영역에서 같은 내용의 문제를 그림형 문제와 그래프형 문제로 각각 제시하고, 문제유형에 따른 난이도를 비교하여 학습결과 평가에서 그림의 종류에 따라 학습자의 반응이 어떻게 달라지는지 알아보려고 하는데 연구 목적이 있다. 그리고 이에 따른 연구 과제는 다음과 같다.

첫째, 전체 피험자를 대상으로 한 문제유형간 난이도 비교에서 유의미한 차이가 있는가?

둘째, 학생 변인(성별, 인지양식, 성취도)별 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교에서 유의미한 차이가 있는가?

셋째, 학생 변인에 따른 집단간 문제유형별 난이도 비교에서 유의미한 차이가 있는가?

넷째, 학생 변인과 문제유형간 상호작용 효과<sup>8)</sup>가 있는가? 등이다.

## Ⅱ. 이론적 배경

### 1. 문제 해결

문제해결은 인지심리학에서 주된 연구 영역들 중의 하나라고 할 수 있는데, 인지(認知) 혹은 사고(思考)는 한 개인이 어떤 문제를 해결할 때 발생되며 그에 따른 행동을 유발하게 된다는 입장에서 이 분야의 학자들은 인지와 문제해결, 그리고 인간의 사고를 동일한 의미로 받아들이고 있다.<sup>1)</sup>

#### 1) 문제와 문제의 종류

Mayer<sup>9)</sup>는 일반적으로 ‘문제’에 관한 정의에는 첫째, 그 문제가 현재 어떤 상태로 존재하며(초기상태), 둘째, 다른 어떤 상태로 변화되는 것이 요구되며(목표상태), 셋째, 그 변화를 성취할 수 있는 직접적이고 분명한 방법이 없다(장애)는 세 가지 특징이 포함된다고 지적하였다.

초기상태란 하나의 문제가 지닌 어떤 조건, 대상물, 그리고 정보 등을 말한다.

목표상태란 문제의 최종상태이다. 초기상태로부터 목표상태로 변경시키기 위해 사고 혹은 인지가 요구된다.

장애란 문제의 초기상태나 목표상태를 변경시킬 수 있는 어떤 방법을 말한다. 그러나 문제 해결자는 언제나 정답을 알고 있는 것은 아니며, 문제를 해결할 수 있는 일련의 정확한 행동순서가 아직은 분명하지도 않다고 하였다.

Reitman<sup>10)</sup>은 초기상태와 목표상태가 세분화된 정도에 따라 문제를 네 가지 종류로 분류하였다.

- ① 초기상태와 목표상태가 분명한 문제,
- ② 초기상태는 분명하나 목표상태는 불분명한 문제,

③ 초기상태는 불분명하나 목표상태는 분명한 문제,

④ 초기상태와 목표상태가 모두 불분명한 문제 등이다.

Greeno<sup>11)</sup>는 문제의 전반적인 구조를 준거로 문제를 다음과 같은 세 가지 유형으로 분류하고 있다:

① 구조귀납문제: 문제 해결자는 어떤 하나의 문제에 관한 여러 가지 예들로부터 그 문제에 함축된 법칙이나 구조를 발견해야 하는 문제,

② 변형문제: 문제 해결자는 초기상태로부터 목표상태에 도달할 수 있는 일련의 조작단계 또는 사고과정을 발견해야 하는 문제,

③ 배열문제: 모든 요소들이 제시되어 있고 그 요소들을 재배열하여 해를 찾을 수 있는 문제 등이다.

박학규<sup>12)</sup>는 학생들의 물리 문제해결과정과 문제공간의 유형을 분석하는 연구에서 학교교육의 물리교재에서 취급하는 물리문제는 대부분 필요한 정보들이 제시되어 있는데, 초기의 정보들이 명확히 제시되어 있다는 것은 초기상태가 분명하다는 점을 의미하고, 어느 한 물리량을 구체적으로 지적하여 구하도록 요구하고 있는 점은 목표 상태가 명백하다는 사실을 뜻하며, 따라서 물리교재에서 다루는 대부분의 물리 문제는 Reitman의 분류에 의하면 초기상태와 목표상태가 명확히 정의된 문제에 해당되고, Greeno의 분류에 의하면 변형문제에 해당된다고 하였다.

## 2) 문제의 표상

문제의 표상이란 어떤 해결자가 보고 이해하는 바의 문제이며, 이를 문제공간이라고도 한다.

사람들마다 여러 가지 이유로 문제 해결 방법이 다를 수 있다. 그러나 해결자가 문제를 해결할 수 있느냐 또는 얼마나 쉽게 해결할 수 있느냐를 결정하는 가장 중요한 사실은 해결자가 어떤 문제에 대한 정신적 표상(表象)을 어떤 방식으로 구성하느냐 하는 것이다. 다시 말하면, 같은 문제 장면이라도 그것을 사람에 따라 다르게 이해할 수 있다는 것이다. 그리고 문제 장면을 어떻게 보느냐에 따라 무엇을 할 것인지가 크게 결정됨은 누구나 경

힘한다.<sup>13)</sup>

### 3) 문제해결의 단계

Polya<sup>14)</sup>는 수학문제의 효율적인 해결 과정으로 발견적 전략에 중점을 둔 다음과 같은 4단계의 문제 해결 과정 모형을 제안하였다.

① 문제의 이해 : ‘미지수는 무엇인가?’, ‘자료는 무엇인가?’, ‘조건은 무엇인가?’, ‘조건은 만족될 수 있는가?’, ‘조건은 미지수를 결정하기에 충분한가, 불충분한가, 또는 과다한가?’, ‘조건이 모순되지 않는가?’, ‘조건을 여러 부분으로 나누고 기록할 수 있는가?’, ‘그림을 그리고 적절한 기호로 표시한다.’ 등의 의문과 활동을 통하여 문제의 상황을 파악한다.

② 계획의 고안 : 자료와 미지수 사이의 관계를 찾아야 하는데 즉각적으로 그러한 관련성을 발견할 수 없다면, 과거에 해결하였던 문제 중에서 동일하거나 유사한 문제를 찾아 그 문제의 결과, 방법 등을 이용할 수 있도록 보조적 요소를 도입하여 궁극적으로 문제 해결에 대한 계획을 세운다.

③ 계획의 실천 : 앞에서 세운 계획을 수행하고 각 단계를 점검한다. ‘각 단계는 정확한가?’, ‘정확하다면 증명할 수 있겠는가?’ 등의 의문을 제기하고 점검한다.

④ 반성 : ‘결과를 점검하며 문제를 다른 방법으로는 풀 수 없는가?’ ‘얻어진 결과는 다른 문제를 푸는데 활용할 수 있겠는가?’ 등을 살펴본다.

## 2. 그림의 종류

Issing 등<sup>7)</sup>은 그림의 종류를 표상적 그림, 논리적 그림, 유추적 그림의 세 가지로 나누었다. 표상적 그림은 그 그림이 나타내려는 실물과 물리적으로 아주 닮은 그림들을 말한다. 이 표상적 그림은 주로 명사들에 대해서 표현되며, 운동, 열, 압력, 시간 등과 같은 추상적인 말들은 표현하기 어렵다. 대신 시간을 나타내기 위해서 관련 있는 물체인 시계를 그려주는 것과 같이 간접적으로 묘사할 수 있다. 이 표상적 그림은 기억해야 할 내용들을 통합

적으로 관련지을 수 있게 함으로써 학습에 효과적으로 사용될 수 있다.

논리적 그림은 그 그림이 표현하는 물체들과 물리적인 유사점이 없고 논리적으로만 관련이 있다. 논리적 그림으로는 도표, 그래프, 개념도, 차트 등과 같은 것들이 있다. 이러한 그림들은 글만 가지고 표현할 때보다 복잡한 구조나 관계들을 보다 쉽게, 경제적으로 나타낼 수 있다.

유추적 그림은 말하려는 대상과 비슷한 기능적 구조를 갖는 대상을 표상적으로 표현한 그림이라고 할 수 있다. 대표적인 예로, 수소 원자의 구조를 설명하려 할 때 태양계의 그림을 그려서 보여준다고 하면, 이와 같은 그림을 유추적 그림이라 할 수 있다.

### 3. 인지양식

인간이 어떤 정보를 처리하는 과정이 질적으로 차이가 나는 것은 인간이 가지고 있는 사고의 특성이 다르기 때문이다. 자극이나 정보의 형태를 달리 할 때 일관되게 나타나는 개인차를 인지양식(認知樣式)이라 한다. 인지양식은 개인의 심리적 특징으로 정보처리 과정에서 일반화된 습관이다. 즉, 개인이 외부 환경에 적응하기 위해 지각, 사고, 문제해결을 할 때의 독특한 태도나 습관적인 전략이다.

인지양식의 유형은 고착적-융통적 인지양식, 지속성-개변성 인지양식, 사려성-충동성 인지양식, 인과관계(내재적-외재적) 인지양식, 장의존적-장독립적 인지양식 등으로 분류할 수 있다.<sup>15)</sup>

#### 1) 사려성-충동성 인지양식

사려성-충동성 인지양식은 정보처리 과정이나 문제해결 과정에 직접적으로 관계 있는 인지양식으로 Kagan 등(1964)이 개발한 개념이다. Kagan은 사려성-충동성 양식을 인지적 속도와 관계된 개념으로 아동들이 어떤 불확실한 조건하에서 올바른 대안을 탐색하여 어떤 결정을 하는 속도로 정의하였다. 사려적인 아동은 느리고 정확하게 반응한 집단이며 충동적인 아동은

빠르고 부정확하게 반응하는 집단이다.<sup>16)</sup>

사려성-충동성 양식을 측정하는 도구는 Kagan 등(1964)이 최초로 개발한 유사 그림 맞추기 검사(Matching Familiar Figures Test: MFFT)이다. 이 검사는 첫 번 반응들의 평균 시간과 전체 실수의 복합 중앙치 분리로 측정한다. MFFT검사에서 반응시간이 중앙치 이상이고 실수가 중앙치 이하이면 사려적이라 하고 반응시간이 중앙치 이하이고 실수가 중앙치 이상이면 충동적이라고 조작적으로 정의된다. 그러나 이 검사는 피험자의 반응시간과 과오수의 중위수에 따라 사려성과 충동성으로 양분되는데 이 양분법에 대해 Ault, Mitchell & Hartman(1975)은 반응시간과 과오는 하나의 연속선상에 있는데 이를 중위수로 양분하는 것은 모순이며 빠르며 정확한 아동과 느리고 부정확한 아동에 대한 정보를 무시한다는 것을 지적하고 있다.<sup>17)</sup>

## 2) 문제해결과 인지양식

Kagan & Kogan(1970)은 사려적인 아동은 어떠한 문제해결에 있어서 범할 수 있는 오류에 대해 신경을 쓰며, 문제해결에 대해서는 풀 수 있다는 자신감을 갖고 있어 시간과 노력을 기울인다고 하였다. 반면에 충동적인 아동은 문제해결에 대해 부담감을 갖고 자신이 없어 가능한 한 그러한 불안 상태에서 벗어나기 위해 빨리, 따라서 부정확한 반응을 하게 된다고 하였다.

Blackman & Goldstein(1982)은 사려성-충동성에 대한 최근까지의 문헌을 고찰한 다음 학업성취에서는 천천히 학습하며 오답율이 적은 사려적인 학습자가 일반적으로 학업 성취에서 높은 성취도를 보여주고 있으며 학습장애 아동들이 보다 충동적임을 보여주고 있다고 보고하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 일반적으로 사려성-충동성 인지양식은 문제해결 과정 또는 사고과정과 관계되는 영역과 상당히 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.<sup>17)</sup>

## 4. 성별 두뇌 기능의 차이

Springer<sup>18)</sup>는 간질병 환자의 발작을 누그러뜨리기 위해서 뇌의 측두엽(temporal lobe)을 제거한 환자들을 대상으로 두뇌 기능의 성적인 차이를 연구하였다. 그는 여러 선행 연구들의 결과로부터 오른쪽 뇌에 손상을 입은 환자들은 시각적-공간적 과제에, 왼쪽 뇌에 손상을 입은 환자들은 언어적 과제의 수행에 결함이 있을 것으로 예견하였다. 그의 예견은 실험을 통해서 입증되었다. 그러나, 그 결과는 남자 환자들의 경우로만 제한되었다. 이러한 기대치 못한 결과로부터 그는 여자의 두뇌 속에서는 두 반구의 기능이 서로 중복되어 있을 수 있지만, 남자의 경우는 여자와 달리 각 반구의 기능이 분화되어 있는 것으로 생각하였다.

## 5. 문제유형에 따른 학생들의 반응에 관한 연구

### 1) 정성적 문제와 정량적 문제의 반응에 관한 연구

McMillan III 와 Swadener<sup>19)</sup>는 대학생들 연구대상으로 정전기학에서 정성적·정량적 문제해결에 대하여 연구하였는데, 학생들이 정량적 계산 문제에는 정답을 했지만 문제 상황에 대해 최소한의 정성적인 이해만 할 뿐, 많은 오개념을 가지고 있는 사례를 다수 발견하였다. 이 결과를 바탕으로 물리개념을 정성적으로 이해한 후 옳은 정량적 해결을 얻을 수 있는 전기 수업을 해야 함을 시사하였다. 수학과 과학에서 특히 문제해결 능력의 발달을 강조하는데, 문제해결을 가르쳐야 한다는 데에는 논란이 없지만 어떤 상황의 문제를 해답의 의미에 대한 개념적, 해석적 지식 없이 수치적으로만 해결한다는 것은 아무 쓸모가 없다고 강조하였다.

양혜정<sup>15)</sup>은 중·고등학생을 대상으로 전기회로에 관한 정성적 문항과 정량적 문항을 사용하여 두 가지 유형의 평가에 대한 문제해결 기능이 학생의 인지 특성에 따라 어떻게 다른가를 알아보았다. 동일 검사 대상자에게 설명형의 정성적 문항으로 지필 평가를 하였고, 4~7일 후에 계산형인 짝문

항으로 지필 평가를 실시하여 조사하였는데, 같은 개념을 묻는 짝문항임에도 불구하고 정성적 문항에 비해 정량적 문항의 정답률이 더 높고, 중학생보다 고등학생이 더 심하다고 하였다.

따라서 정량적인 문제해결에 능숙한 학습자라도 개념을 정성적으로 정확히 이해했는지 확인해야 하고, 효과적인 문제해결 기능도 가르쳐야 하므로 학습자의 특성을 고려한 수업전략과 평가방법이 필수적이라고 지적하였다.

김상동<sup>17)</sup>은 학생들의 인지양식에 따른 역학에 관한 정성적 문제와 정량적 문제의 난이도를 비교하는 연구에서 같은 내용의 문제임에도 불구하고 정량적 문제의 난이도가 높게 나타났고, 학업 성적이 우수할수록 정성적 문제보다 정량적 문제를 잘 해결한다고 하였다. 이러한 결과는 학교에서의 과학수업 방법과 평가 방법이 정량적 문제 위주로 이루어지고 있기 때문이라고 설명하고 있다. 그리고, 두 가지 문제유형 모두에서 여학생의 평균점수가 남학생의 평균점수보다 높게 나타났고, 성취도가 상위권인 학생은 하위권인 학생보다 두 가지 유형의 문제 모두에서 높은 난이도를 나타냈다고 하였다.



## 2) 글형 문제, 그림형 문제, 글-그림형 문제의 반응에 관한 연구

Johnstone 등<sup>20)</sup>은 같은 내용의 문제에 대하여 문제유형을 다섯 가지로 나누어 제시했을 때, 학생들의 반응 결과가 전체 학생을 대상으로 했을 때 어떻게 달라지는지 알아보는 연구를 하였다.

문제 제시 유형은 첫째, 전적으로 글로만 표시된 전통적인 문제유형, 둘째, 거의 그림 형태로 제시된 문제유형, 셋째, 글과 그림이 혼합되어 사용된 문제유형, 넷째, 연역적 추론의 단계를 감소시키고 대신 더욱 더 많은 정보를 갖고 있는 문제유형, 다섯째, 문제 해결에 대한 명시적인 단계가 주어진 잘 구조화된 문제유형으로 이루어졌다. 전체 학생을 대상으로 비교해 본 결과, 세 번째 유형과 다섯 번째 유형의 문제에서 학생들의 정답률이 높게 나왔다.

이 연구의 결과는 학생들의 과부하를 줄이기 위해서는 글과 그림이 함께

제시된 문제유형이 사용되어야 한다고 제안하고 있다.

김영삼<sup>6)</sup>은 고등학교 역학 영역에서 문제의 내용을 같게 하고 문제의 형태를 글형, 그림형, 글-그림형으로 제시하였을 때 그림형, 글-그림형, 글형의 순서로 난이도가 높게 나타났다고 밝히고 있다. 이것은 글-그림형 문제는 문제에 대한 많은 정보가 학생의 인지 부하를 오히려 높게 하여 그림형의 문항보다 정답율이 낮다고 하였다. 그리고 학생들의 특성변인인 성별, 인지양식(장의존-장독립), 성취도에 따른 집단별 난이도 비교에서 어떤 학생 변인도 문제유형과 상호작용 효과를 나타내지 않았고, 따라서 어떤 문제유형도 특정 집단에 유리하거나 불리하게 작용하지 않는다고 하였다.

허명희<sup>1)</sup>는 김영삼과 영역을 달리하여 고등학교 전자기 영역에서 문제의 내용을 같게 하고 문제의 형태를 글형, 그림형, 글-그림형으로 제시하였을 때, 글 그림형의 난이도가 가장 높게 나타났다고 하였다. 이는 김영삼이 역학 영역에서의 선행 연구와 다른 결과이다. 이러한 이유에 대하여 역학 영역의 경우 학생들에게 문제의 상황이 가시적이어서 친숙도가 높지만, 전자기 영역은 학생들에게 문제의 상황이 비가시적이어서 친숙도가 낮아 많은 정보가 중복되어 제공되는 글-그림형의 난이도가 높게 나타났다고 설명하였다.

# Ⅲ. 연구 방법

## 1. 검사 문항의 개발

### 1) 검사문항의 선정

검사문항은 현재 고등학교에서 사용되고 있는 물리Ⅱ 교과서의 ‘역학’ 영역의 문제들 중에서 선정하였다. 각 문항은 문제 내용은 같으나 문제의 종류가 그림형과 그래프형의 두 가지로 이루어져 있다. 그림형 문제는 표상적 그림을 이용하여 제작된 문제이며, 언어적 정보인 글과 영상적 정보인 표상적 그림으로 구성되어 있다. 그리고 그래프형 문제는 논리적 그림인 그래프를 이용하여 제작된 문제이며, 언어적 정보인 글과 영상적 정보인 그래프로 구성되어 있다.

### 2) 검사문항의 선정 이유

본 연구는 학생들이 교과 학습 시간이나 시험 등을 통해 가장 많이 접하게 되는 문제들에 대하여 문제유형에 따른 응답의 변화를 알아보려는데 초점을 두었기 때문에 문제를 독창적으로 따로 개발하지 않고 교과서에 수록되어 있거나, 그 동안 대학입학수학능력시험에 출제되었던 문제들 중에서 ‘역학’ 영역의 문제를 추출하여 그대로 사용하거나 연구 목적에 맞게 약간의 수정 보완을 거쳐 선정하였다.

### 3) 검사도구의 구성

본 연구의 검사도구는 구성이 다른 A형, B형 두 종류의 문제지로 구성되어 있다. 각 문제지의 문항 수는 모두 12문항이며, 모든 문항에 대하여 정답인 경우 1점, 오답인 경우 0점으로 하여 채점이 이루어졌다. 그리고 각 문제지의 문항 번호가 같은 것끼리는 문제내용은 같으나 문제유형이 서로

다르다. 검사도구의 구성을 도표로 나타내면 표1과 같다.

표1. 문제지 종류와 문항별 구성

문항번호 \ 문제지	A형		B형	
	그림형	그래프형	그림형	그래프형
1	○			○
2		○	○	
3	○			○
4		○	○	
5	○			○
6		○	○	
7	○			○
8		○	○	
9	○			○
10		○	○	
11	○			○
12		○	○	
계	6	6	6	6
합계	12		12	

#### 4) 검사도구의 투입 설계

문제유형별 학생들의 응답 변화를 알아보기 위한 검사도구의 투입 방법은 크게 세 가지로 생각할 수 있다. 첫째는 동일한 학생에게 동일한 내용으로 구성된 두 종류의 문제유형을 동시에 또는 시간 간격을 두어서 투입하는 방법이고, 둘째는 집단을 무선적(無選的)으로 두 집단으로 나누어서 집단별로 한가지 유형의 문제를 풀게 하는 방법이고, 셋째는 본 검사에서 사용한 것과 같이 문제유형의 조합에 의한 투입 방법이다.

첫째 방법을 사용할 경우 학생 변인을 효과적으로 통제할 수 있으나, 앞

서 검사를 받은 경험이 후에 검사를 받을 때 영향을 줄 수 있으며, 검사기간 중 특별한 사건이 검사 결과에 영향을 줄 수도 있다.

둘째 방법은 두 집단을 무선 표집하기 때문에 문제유형별 성취도 차를 쉽게 비교할 수 있는 장점이 있으나, 이 방법은 문제유형이 동일한 형태들로 구성되어 있어 검사심리에 부정적인 영향을 줄 수 있으며, 비록 문제 내용은 같으나 문제유형에 따라 난이도가 다를 수 있음을 가정한 검사이기 때문에 집단 구분에 문제가 있을 수 있다.

본 검사는 셋째 방법을 사용하였는데 이러한 방법은 라틴 정방형 설계에 해당된다. '라틴 정방형'이란 명칭은 라틴어의 알파벳을 가지고 여러 가지 정방형, 예컨대 3×3 혹은 5×5 등 정방형표의 각 행과 각 열에 선정된 글자들을 모두 배열시키되, 똑같은 글자가 단 한 번씩만 나타나도록 배열시키는 문제에서 따온 이름이다. 표2는 라틴 정방형의 몇 가지 보기이다.<sup>21)</sup>

표2. 라틴 정방형의 예

A	B	A	B	C	A	B	C	D	A	B	C	D
B	A	B	C	A	C	A	B	C	D	A	B	C
C	A	C	D	A	D	A	B	C	D	A	B	C
D	A	D	A	B	D	A	B	C	D	A	B	C

본 연구의 경우 문제지의 종류가 A, B 두 가지이고, 문제유형이 그림형, 그래프형 두 가지 수준을 갖기 때문에 2×2의 라틴 정방형 설계를 사용하였다. 이것을 앞의 표2와 같이 나타내면 표3과 같다.

표3. 문제지 종류와 문제유형에 대한 라틴 정방형 설계

문제지 \ 문항	문항1	문항2
A형	그림형	그래프형
B형	그래프형	그림형

## 2. 난이도의 계산

난이도란 각 문항의 어려운 정도를 뜻한다. 본 검사에서 사용한 난이도 P는 계산공식  $P=100 \times \frac{R}{N}$  (%)에서 구했다.<sup>22)</sup> 여기서 P는 난이도, R은 한 문항에 정답을 한 학생수, N은 전체 피험자의 수(사례수)이다.

## 3. 예비 검사

앞서의 절차에 따라 제작된 검사지가 가질 수 있는 문제점을 파악하기 위하여 본 검사의 투입에 앞서 예비 검사를 실시하였다.

예비 검사의 주된 목적은 문제지 유형간 난이도 조절에 있다. 왜냐하면 만일 어느 한쪽의 문제지가 일방적으로 난이도가 높거나 낮으면 문제지 변인이 검사 결과에 영향을 주기 때문이다.

### 1) 예비 검사의 시기 및 대상

예비 검사는 1999년 2월, 제주시내 남자 일반계 고등학교 자연계 2개 학급 91명과 여자 일반계 고등학교 자연계 2개 학급 88명으로 모두 179명을 대상으로 하였다.

### 2) 예비 검사 결과

예비 검사결과 A형 문제지의 평균 난이도가 45.0%, B형 문제지의 평균 난이도가 43.0%로, 문제지간 난이도 차가 2.0%로 나타났다. 이러한 차이가 유의미한가 알아보기 위하여 T-Test를 실시한 결과는 표4와 같다.

표4에서 보는 바와 같이  $p(=0.481) > 0.05$ 로 두 문제지간의 난이도 차는 통계적으로 의미가 없는 것으로 나타났다. 따라서 A형 문제지와 B형 문제지는 동일한 난이도를 갖는 문제지라고 할 수 있기 때문에 부차적인 수정 보완을 하지 않고 본 검사에 투입하였다.

표4. 문제지 유형간 T-Test

통계량 문제지	M (평균)	SD (표준편차)	N (학생수)	t	p (유의도)
A형	45.0	18.9	90	0.707	0.481
B형	43.0	19.4	89		

## 4. 본 검사의 실시

### 1) 검사 대상

본 검사는 제주시내 남자 일반계 고등학교 자연계 7개 학급 300명과 여자 일반계 고등학교 자연계 6개 학급 262명으로 모두 562명을 대상으로 하였다.

### 2) 검사 시기

본 검사의 실시 시기는 1999년 7월~1999년 10월 사이에 이루어졌다. 예비 검사에 비해 검사기간이 길어진 이유는 학교마다 교과 진도에 차이가 있었기 때문이다.

### 3) 검사 방법

본 검사에서 실시한 검사는 문제유형별 난이도 검사와 인지양식(사려성-충동성) 검사이다. 먼저 인지양식 검사를 10분간 실시하고 나서, 나머지 40분간 문제를 풀도록 하였다. 검사의 신뢰도를 높이기 위하여 평소 검사 대상 학생들을 가르치던 교사가 자신의 수업시간에 검사를 실시하였다.

#### (1) 문제유형별 검사

문제유형별 검사는 각 반별로 실시하였는데, 먼저 각 반을 무작위로 두 집단으로 나누어 각 집단별로 A형과 B형의 문제지 중 하나를 받아서 풀도록 하였다.

## (2) 인지양식 검사

사려성·충동성의 인지양식 검사 문항은 정범모와 이종승<sup>23)</sup>이 두 차례의 개정을 거쳐 재표준화 시킨 인성진단검사 중에서 사려성 요소만을 추출하여 설문지 형식으로 만든 것을 사용하였다.

인성진단검사는 활동성, 안정성, 지배성, 사회성, 자율성, 사려성의 6가지 기술척도(記述尺度)와 불안경향, 우울경향, 편집경향의 3가지 임상척도(臨床尺度), 그리고 응답의 타당성을 알아보는 타당성척도(妥當性尺度)를 내용으로 고등학생용은 285문항으로 구성되어 있는데, 그중 사려성 요소만을 추출하여 30문항으로 된 설문지를 제작하여 일상생활에서 경험하는 일을 나타내는 짧은 글을 많이 실어두고 평소 자신의 생각이나 행동과 같으면 ‘그렇다’, 다르면 ‘아니다’에 표시하도록 한 것이다.

정범모와 이종승은 인성진단 검사지의 하위척도별 신뢰도를 반분신뢰도, Cronbach  $\alpha$ , 재검사 신뢰도 등 3가지 방법으로 검증하였는데 사려성 요소는 0.711~0.811의 범위에 걸쳐 분포되어 있어 만족스러운 수준으로 보았다. 또한 타당도를 알아본 결과 두 검사의 상관계수가 0.492~0.892의 범위에 있어 높은 공인 타당도를 지니고 있다고 하였다.

사려성·충동성 집단의 분류는 인성진단표의 기준에 맞추어 고등학교 남자는 15점, 여자는 16점 이상을 사려성 집단으로 하고, 그 미만을 충동성 집단으로 분류하였다.

## 5. 검사결과의 분석 방법

검사결과의 분석은 컴퓨터를 이용한 통계분석을 실시하였으며, 종속변수인 그림형 문제의 난이도와 그래프형 문제의 난이도가 학생들의 특성 변인인 성별, 인지양식, 성취도 등에 따라 의미 있는 차이가 있는지 알아보기 위해 분산분석(ANOVA)과 T-Test를 사용하였다.

## IV. 연구 결과

고등학교 물리Ⅱ 교과서의 '역학' 영역에서 문제제시 유형에 따른 난이도 분석을 위하여 먼저 검사에 사용된 문제지가 검사 결과에 영향을 주었는지에 대한 문제지 유형별 난이도를 분석하였다. 그리고 연구 과제에 대한 결과를 알아보기 위해 검사 대상 전체 학생에 대한 문제유형간 난이도를 비교 분석하고, 학생 변인(성별, 인지양식, 성취도)별 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교 및 학생 변인에 따른 집단간 문제유형별 난이도 비교에서 유의미한 차이가 있는지 알아본 다음, 학생 변인과 문제유형간 상호작용 효과에 대해서 알아보았다.

### 1. 문제지 유형별 난이도

본 검사에 사용된 문제지는 앞서의 예비 검사에서 사용되었던 A, B 두 가지 유형이며, 이에 대한 예비 검사의 결과는 두 종류의 문제지가 동일한 난이도를 갖는 것으로 판명된 바 있다. 그러나 본 검사의 결과가 예비 검사와 같은지 알아보기 위해 문제지 유형별 난이도를 분석하였으며, 그 결과는 표5와 같다.

표5를 보면 난이도가 가장 높은 문항은 B형 문제지 11번 그래프형 문제로 75.5%, 난이도가 가장 낮은 문항은 B형 문제지 7번 그래프형 문제로 18.0%로 나타나 문항별 난이도 분포가 대체로 적합한 수준임을 알 수 있다. 그리고 문제지 종류별 평균 난이도는 A형이 42.4%, B형이 43.1%로 각각 나타났고, 평균 난이도 차는 0.7%로 나타나 문제지 종류별 문항 내용 통제가 전체적으로 잘 되었다고 할 수 있다. 보다 정확하게 문제지 유형간 난이도 차이를 알아보기 위하여 T-Test를 실시한 결과는 표6과 같다.

표6에서 보는 바와 같이 두 문제지 유형간 난이도 차는 유의도가  $p(=0.671) > 0.05$ 로 통계적 의미가 없는 것으로 나타났다.

표5. 문제지 유형별 난이도 분포

문제지 문항번호	A형		B형	
	그림형	그래프형	그림형	그래프형
1	56.0			51.4
2		38.4	51.1	
3	73.6			61.2
4		44.4	33.5	
5	34.5			34.9
6		33.5	35.6	
7	20.8			18.0
8		66.5	67.3	
9	18.7			23.4
10		33.8	40.3	
11	57.7			75.5
12		30.3	25.2	
평균	42.4		43.1	

표6. 문제지 유형간 T-Test

문제지 \ 통계량	M	SD	N (562)	t	p
A형	42.4	22.0	284	-0.425	0.671
B형	43.1	20.7	278		

따라서 A형 문제지와 B형 문제지는 동일한 난이도를 가지고 있으며, 검사 대상 학생이 어떤 문제지를 받았느냐 하는 것이 검사 결과에 주는 영향은 없다고 할 수 있다.

## 2. 전체 학생에 대한 문제유형간 난이도 비교

표5에서 그림형 문제와 그래프형 문제를 같은 문제유형끼리 재분류하여, 그림형 문제를 기준으로 난이도 차를 구하여 정리하면 표7과 같다.

표7. 문제유형별 난이도 분포

구 분 문항번호	그림형	그래프형	난이도 차
1	56.0	51.4	4.6
2	51.1	38.4	12.7
3	73.6	61.2	12.4
4	33.5	44.4	10.9 △
5	34.5	34.9	0.4 △
6	35.6	33.5	2.1
7	20.8	18.0	2.8
8	67.3	66.5	0.8
9	18.7	23.4	4.7 △
10	40.3	33.8	6.5
11	57.7	75.5	17.8 △
12	25.2	30.3	5.1 △
평균	42.9	42.6	0.3

(단, △표는 그래프형 문제의 난이도가 큰 문항임)

표7을 보면 난이도 차가 10.0% 이상 차이가 나는 문항은 2번, 3번, 4번, 11번으로 모두 4개 문항임을 알 수 있다.

2번과 3번 문항은 운동량과 관련된 문제로 모두 그림형 문제의 난이도가 높게 나타났는데, 이는 평소 학교 교과시간에 운동량에 관한 학습이 이루어

질 때 주로 그래프보다는 그림을 이용하기 때문이라 생각된다.

반면에, 4번과 11번 문항은 등가속도 운동과 관련된 문제로 모두 그래프형 문제의 난이도가 높게 나타났는데 이는 등속도 운동 또는 등가속도 운동과 관련해서 실험, 학교에서 실시되는 정기고사, 모의고사 등을 통해 물체 운동에 대한 그래프 해석에 관하여 매우 빈도가 높고 다양하게 다루어지고 있기 때문이라 생각된다.

그리고 평균 난이도는 그림형 문제가 42.9% 그래프형 문제가 42.6%로, 평균 난이도 차가 0.3%로 나타났다. 문제유형간 난이도 차가 유의미한지 알아보기 위하여 T-Test를 실시한 결과는 표8과 같다.

표8. 문제유형간 T-Test

통계량 문제유형	M	SD	N	t	p
그림형	42.9	24.6	562	-0.259	0.796
그래프형	42.6	24.6			

표8에서 보는 바와 같이 두 개의 문제유형간 난이도 차는 유의도가  $p(=0.796) > 0.05$ 로 통계적으로 의미가 없음을 알 수 있다.

이와 같은 결과가 나타난 이유는 검사에 사용된 문제가 모두 정량적 문제로 되어 있고, 영상적 정보인 그림 또는 그래프와 언어적 정보인 글이 모두 같은 수준으로 구성되어 있어 학생들이 문제를 해결할 때 전체적으로 두 문제 유형간에 비슷한 어려움을 느꼈기 때문이라 생각된다.

### 3. 학생 변인별 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교

학생들의 특성 변인에 따른 각 집단 내의 문제유형간 난이도 변화를 알아보기 위하여 먼저 그림형 문제와 그래프형 문제에 대해서 각각 기술통계(記述統計) 분석을 실시하였다.

표9. 그림형 문제에 대한 기술통계 분석 결과

성별	인지양식	성취도	M	SD	N
여학생	총동성	하위권	27.3	17.4	94
		상위권	62.1	16.8	58
		계	40.6	24.1	152
	사려성	하위권	30.6	16.0	60
		상위권	65.7	17.3	50
		계	46.5	24.1	110
	합계	하위권	28.6	16.9	154
		상위권	63.7	17.0	108
		소계	43.1	24.2	262
남학생	총동성	하위권	28.3	15.4	129
		상위권	62.1	20.4	66
		계	39.7	23.5	195
	사려성	하위권	31.7	16.4	62
		상위권	71.7	19.4	43
		계	48.1	26.5	105
	합계	하위권	29.4	15.8	191
		상위권	65.9	20.5	109
		소계	42.7	24.9	300
합계	총동성	하위권	27.9	16.3	223
		상위권	62.1	18.7	124
		계	40.1	23.7	347
	사려성	하위권	31.1	16.2	122
		상위권	68.5	18.5	93
		계	47.3	25.3	215
	합계	하위권	29.0	16.3	345
		상위권	64.8	18.8	217
		총계	42.9	24.6	562

표10. 그래프형 문제에 대한 기술통계 분석 결과

성별	인지양식	성취도	M	SD	N
여학생	총동성	하위권	28.0	17.1	94
		상위권	61.5	18.9	58
		계	40.8	24.1	152
	사려성	하위권	30.3	15.2	60
		상위권	67.0	14.1	50
		계	47.0	23.5	110
	합계	하위권	28.9	16.4	154
		상위권	64.0	16.9	108
		소계	43.4	24.0	262
남학생	총동성	하위권	27.6	17.0	129
		상위권	63.1	17.9	66
		계	39.7	24.1	195
	사려성	하위권	28.8	15.1	62
		상위권	70.9	18.2	43
		계	46.0	26.5	105
	합계	하위권	28.0	16.4	191
		상위권	66.2	18.4	109
		소계	41.9	25.1	300
합계	총동성	하위권	27.8	17.0	223
		상위권	62.4	18.3	124
		계	40.2	24.1	347
	사려성	하위권	29.5	15.1	122
		상위권	68.8	16.2	93
		계	46.5	25.0	215
	합계	하위권	28.4	16.4	345
		상위권	65.1	17.6	217
		총계	42.6	24.6	562

## 1) 그림형 문제와 그래프형 문제에 대한 기술통계 분석 결과

그림형 문제와 그래프형 문제에 대한 기술통계 분석 결과는 각각 표9, 표10과 같다. 표9와 표10에서 성별 구성은 여학생 262명, 남학생 300명임을 알 수 있다. 그리고, 인지양식에서 사려성-충동성 집단의 분류는 인성진단 표의 기준에 맞추어 고등학교 남자는 15점, 여자는 16점 이상을 사려성 집단으로 하고, 그 미만을 충동성 집단으로 분류하였다. 충동성인 학생은 347명, 사려성인 학생은 215명으로 나타났다. 성취도의 경우 상위권-하위권 집단의 분류는 A형과 B형 문제지의 평균 득점이 각각 5.1점, 5.2점으로 나타나 평균 득점 이상을 상위권 집단으로 하고, 그 미만을 하위권 집단으로 하였다. 전체적으로 상위권 학생수가 217명, 하위권 학생수가 345명으로 하위권 학생수가 전체 검사 대상 학생수의 약 63%를 차지하는 것으로 나타났는데, 이는 최근 물리교과가 대학수학능력시험에서 선택과목으로 지정된 것과 관련된 것으로 생각된다.

## 2) 성별에 따른 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교

표9와 표10에서 성별에 따른 문제유형별 난이도 분포를 다시 정리하면 표11과 같다.

표11. 성별에 따른 문제유형별 난이도

성 별	문제유형	그림형	그래프형
	여학생(N=262)		43.1
남학생(N=300)		42.7	41.9

표11을 보면 성별의 각 집단 내 문제유형간 난이도 비교에서 여학생의 경우 그림형 문제의 난이도가 43.1%, 그래프형 문제의 난이도가 43.4%로 나타나 그림형 문제보다 그래프형 문제의 난이도가 0.3% 높게 나타났고, 남학생은 그림형 문제의 난이도가 42.7% 그래프형 문제의 난이도가 41.9%

로 나타나 그래프형 문제보다 그림형 문제의 난이도가 0.8% 높게 나타났다. 이러한 차이가 유의미한지 알아보기 위하여 T-Test를 실시한 결과는 표12와 같다.

표12. 성별에 따른 문제유형간 T-Test

구 분		통계량		M	SD	N	t	p
		그림형	그래프형					
성별	여학생	그림형		43.1	24.2	262	0.207	0.836
		그래프형		43.4	24.0			
	남학생	그림형		42.7	24.9	300	-0.557	0.578
		그래프형		41.9	25.1			

표12에서 보는 바와 같이 성별에 따른 그림형 문제와 그래프형 문제간 난이도 차는 남학생, 여학생 모두 유의도가  $p > 0.05$ 로 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다.

문제의 종류 면에서 볼 때, 고등학교 물리교재에서 취급하는 문제는 대부분 필요한 정보들이 제시되어 있고 어느 한 물리량을 구체적으로 지적하여 구하도록 요구하고 있기 때문에 초기상태와 목표상태가 명확히 정의된 문제에 해당되고, 초기상태에서 목표상태에 도달하기 위해 조작이나 사고과정을 발견해야 하기 때문에 변형문제에 해당된다. 이러한 문제들은 대체로 문제의 표상 즉, 문제 공간이 비교적 단순한 문제라고 볼 수 있다.

본 검사에 사용된 문제도 비교적 문제 공간이 단순하다고 할 수 있으며, 따라서 여학생 집단이나 남학생 집단 모두 두 가지 문제유형에 대하여 비슷한 어려움을 느낀 것으로 생각된다.

또한 검사 문제가 모두 '역학' 영역 문제로 학교교육과 일상 생활을 통해 친숙하게 접할 수 있는 사실도 두 가지 문제유형에 대한 어려움을 차별적으로 느끼지 못하게 하는 원인이 된 것으로 생각된다.

### 3) 인지양식에 따른 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교

표9와 표10에서 인지양식에 따른 문제유형별 난이도 분포를 다시 정리하면 표13과 같다.

표13. 인지양식에 따른 문제유형별 난이도

인지양식	문제유형	
	그림형	그래프형
총동성(N=347)	40.1	40.2
사려성(N=215)	47.3	46.5

표13에서 보는 바와 같이 인지양식의 각 집단 내 문제유형간 난이도 비교에서 총동성 집단은 그림형 문제의 난이도가 40.1%, 그래프형 문제의 난이도가 40.2%로 나타나 그림형 문제보다 그래프형 문제의 난이도가 0.1% 높게 나타났고, 사려성 집단은 그림형 문제의 난이도가 47.3%, 그래프형 문제의 난이도가 46.5%로 나타나 그래프형 문제보다 그림형 문제의 난이도가 0.8% 높게 나타났다. 이러한 차이가 유의미한지 알아보기 위하여 T-Test를 실시한 결과는 표14와 같다.

표14. 인지양식에 따른 문제유형간 T-Test

구 분		통계량		M	SD	N	t	p
		그림형	그래프형					
인지 양식	총동성	그림형		40.1	24.2	347	0.035	0.972
		그래프형		40.2	23.7			
	사려성	그림형		47.3	24.9	215	-0.507	0.613
		그래프형		46.5	25.0			

표14를 보면 인지양식에 따른 그림형 문제와 그래프형 문제간 난이도 차는 유의도가  $p > 0.05$ 로 통계적으로 모두 차이가 없는 것으로 나타났다.

사려성-충동성 인지양식에서, 사려성 집단의 학생들의 경우 두 가지 문제 유형 모두에 대하여 범할 수 있는 오류에 대해 신경을 쓰며 문제해결에 대해서는 풀 수 있다는 자신감을 갖고 있기 때문에 난이도에 차이가 없을 것으로 예상할 수 있으나, 충동성 집단의 학생들은 빨리 그리고 부정확한 반응을 나타내기 때문에 논리적 그림인 그래프형 문제에 대하여 더 많은 오류를 범할 것으로 예상할 수 있다. 그러나 표14의 결과로 미루어 볼 때, 앞서 성별에 따른 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교에서 살펴보았던 것과 같이, 검사 문제에 대한 문제 공간이 단순하고, 친숙한 문제들로 구성된 점 등이 충동성 집단과 사려성 집단 모두 두 가지 문제유형에 대한 난이도가 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타나게 한 원인으로 생각된다.

#### 4) 성취도에 따른 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교

표9와 표10에서 성취도에 따른 문제유형별 난이도 분포를 다시 정리하면 표15와 같다.

표15. 성취도에 따른 문제유형별 난이도

성취도 \ 문제유형	그림형	그래프형
하위권(N=345)	29.0	28.4
상위권(N=217)	64.8	65.1

표15에서 보는 바와 같이 성취도의 각 집단 내 문제유형간 난이도 비교에서 하위권 집단은 그림형 문제의 난이도가 29.0%, 그래프형 문제의 난이도가 28.4%로 나타나 그래프형 문제보다 그림형 문제의 난이도가 0.6% 높게 나타났고, 상위권 집단은 그림형 문제의 난이도가 64.8%, 그래프형 문제의 난이도가 65.1%로 나타나 그림형 문제보다 그래프형 문제의 난이도가 0.3% 높게 나타났다. 이러한 차이가 유의미한지 알아보기 위하여 T-Test를 실시한 결과는 표16과 같다.

표16. 성취도에 따른 문제유형간 T-Test

구 분		통계량		M	SD	N	t	p
성취 도	하위권	그림형	29.0	24.2	345	-0.474	0.636	
		그래프형	28.4	16.4				
	상위권	그림형	64.8	24.9	217	0.186	0.852	
		그래프형	65.1	17.6				

표16에서 보는 바와 같이 성취도에 따른 그림형 문제와 그래프형 문제 간 난이도 차는 유의도가  $p > 0.05$ 로 통계적으로 모두 차이가 없는 것으로 나타났다. 표16의 결과를 보면 성취도에 따라 특정 집단이 선호하는 문제유형은 없다고 할 수 있는데, 상위권 집단과 하위권 집단의 구분은 성취도에 따라 나누어졌기 때문에 어느 한 집단이 특별한 인지적 특성이 없으며, 따라서 표16의 결과를 그대로 수용하는 것이 바람직하다고 생각한다.

#### 4. 학생 변인에 따른 집단간 문제유형별 난이도 비교

표11의 성별에 따른 문제유형별 난이도에서 그림형 문제인 경우 여학생의 난이도는 43.1%, 남학생의 난이도는 42.7%로 나타나 여학생이 남학생보다 난이도가 0.4% 높고, 그래프형 문제인 경우 여학생의 난이도는 43.4%, 남학생의 난이도는 41.9%로 나타나, 그림형 문제에서와 마찬가지로, 여학생이 남학생보다 난이도가 1.5% 높게 나타났다.

표13의 인지양식에 따른 문제유형별 난이도에서 그림형 문제인 경우 충동성 집단의 난이도는 40.1%, 사려성 집단의 난이도는 47.3%로 나타나 사려성 집단이 충동성 집단보다 난이도가 7.2% 높고, 그래프형 문제인 경우 충동성 집단의 난이도는 40.2%, 사려성 집단의 난이도는 46.5%로 나타나, 그림형 문제에서와 마찬가지로, 사려성 집단이 충동성 집단보다 난이도가 6.3% 높게 나타났다.

그리고 표15의 성취도에 따른 문제유형별 난이도에서 그림형 문제인 경우 하위권 집단의 난이도가 29.0%, 상위권 집단의 난이도가 64.8%로 상위권 집단이 하위권 집단보다 난이도가 35.8% 높고, 그래프형 문제인 경우 하위권 집단의 난이도가 28.4%, 상위권 집단의 난이도가 65.1%로 나타나, 그림형 문제에서와 마찬가지로, 상위권 집단이 하위권 집단보다 난이도가 36.7% 높게 나타났다. 이러한 차이가 유의미한지 알아보기 위하여 분산 분석을 실시한 결과는 표17과 같다.

표17. 문제유형별 학생 변인에 대한 분산 분석

통계량		SS	DF	MS	F	p
구분		(자승합)	(자유도)	(평균자승)		(유의도)
그림형 난이도	성별	22.3	1	22.3	0.076	0.784
	인지양식	6824.9	1	6824.9	23.101	0.002
	성취도	166856.1	1	166856.1	564.766	0.000
그래프형 난이도	성별	312.7	1	312.7	1.107	0.293
	인지양식	5208.8	1	5208.8	18.440	0.000
	성취도	175909.5	1	175909.5	622.764	0.000

표11에서 여학생이 남학생보다 그림형 문제와 그래프형 문제 모두에서 난이도가 높게 나타났지만, 표17을 보면, 이러한 차이는 유의도  $p > 0.05$ 로 의미가 없는 것으로 나타났다. 반면에, 표13에서 사려성 집단이 충동성 집단에 비해 그림형 문제와 그래프형 문제 모두에서 난이도가 높게 나타났는데, 유의도  $p < 0.05$ 로 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다. 또한, 표15에서 상위권 집단이 하위권 집단보다 그림형 문제와 그래프형 문제 모두에서 난이도가 높게 나타났는데, 인지양식에서와 마찬가지로, 유의도  $p < 0.05$ 로 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다.

성별 두뇌 기능의 차이에서, 남자의 두뇌는 언어적 정보와 비언어적 정보 처리가 각각 왼쪽 뇌와 오른쪽 뇌에 분화되어 처리되지만, 여자는 두 유형

의 정보 처리 기능이 양쪽 뇌반구에 고루 분포된 특징을 나타낸다. 검사에 사용된 문제유형은 모두 그림(표상적 그림, 논리적 그림)을 포함하고 있기 때문에 뇌기능의 분화가 잘 이루어진 남학생이 두 가지 문제유형에서 높은 난이도를 나타낼 것으로 예상할 수 있다. 그러나 표11을 보면 두 가지 문제유형에 대한 난이도는 오히려 여학생이 약간 높게 나타났는데, 그 이유는 학교 현장에서 일반계 고등학교의 자연반을 지원하는 여학생들이 같은 반을 지원하는 남학생들보다 대체로 성적이 우수한 학생들로 이루어지는 현실적 상황과 관련이 있는 것으로 생각된다.

그리고 표13에서 사려성 집단이 두 가지 문제 유형 모두 충동성 집단보다 난이도가 높게 나타난 것은 사려적인 학습자가 학업성취에서 천천히 학습하며 오답율이 적기 때문에 학업 성취에서 높은 성취도를 보여준다는 일반적인 연구 결과와 합치되는 결과이다.

또한 표15의 성취도에 따른 문제유형별 난이도에서 상위권 집단이 하위권 집단보다 두 가지 문제유형에서 모두 난이도가 높게 나타난 것은 당연한 결과라 생각되며, 이러한 결과는 김상동이 학생들의 인지양식에 따른 역학에 관한 정성적 문제와 정량적 문제의 난이도를 비교하는 연구에서, 정성적 문제와 정량적 문제 모두 상위권 집단이 하위권 집단보다 난이도가 높게 나타난 것과 같은 맥락으로 이해될 수 있다.

## 5. 상호작용 효과

표9의 그림형 문제에 대한 기술통계 분석 결과를 보면, 여학생-충동성 집단의 난이도는 40.6%이고, 남학생-충동성 집단의 난이도는 39.7%로 여학생-충동성 집단이 0.9% 높게 나타났다. 이와 같이 문제유형과 학생의 특성 변인인 성별(여학생-남학생), 인지양식(사려성-충동성), 성취도(하위권-상위권)를 조합하여 조합 집단간 난이도를 비교할 수 있는데 이러한 비교에서 상호작용 효과가 있으면 특정 조합 집단에 대해서 특별히 유리하게 작용하는 문제유형이 있다고 할 수 있다.

### 1) 그림형 문제에 대한 상호작용 효과

그림형 문제에 대한 상호작용 효과를 알아보기 위해 분산 분석을 실시한 결과는 표18과 같다.

표18. 그림형 문제에 대한 분산 분석

구 분		통계량	SS	DF	MS	F	p
2원배치 상호작용	성별×인지양식	208.1	1	208.1	0.704	0.402	
	성별×성취도	63.4	1	63.4	0.215	0.643	
	인지양식×성취도	344.5	1	344.5	1.166	0.281	
3원배치 상호작용	성별×인지양식× 성취도	266.3	1	266.3	0.901	0.343	

표19. 그림형 문제에 대한 2개변인 조합 집단별 난이도

성별×인지양식	여학생-총동성	40.6
	남학생-총동성	39.7
	여학생-사려성	46.5
	남학생-사려성	48.1
성별×성취도	여학생-하위권	28.6
	남학생-하위권	29.4
	여학생-상위권	63.7
	남학생-상위권	65.9
인지양식×성취도	총동성-하위권	27.9
	사려성-하위권	31.1
	총동성-상위권	62.1
	사려성-상위권	68.5

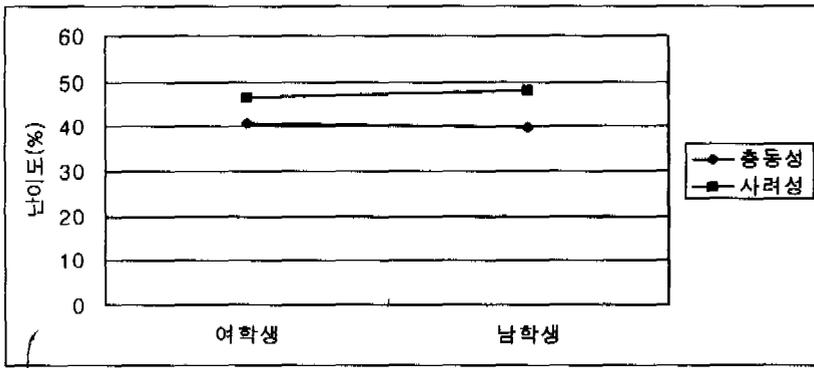


그림1. 그림형 문제에 대한 성별과 인지양식의 상호작용 효과

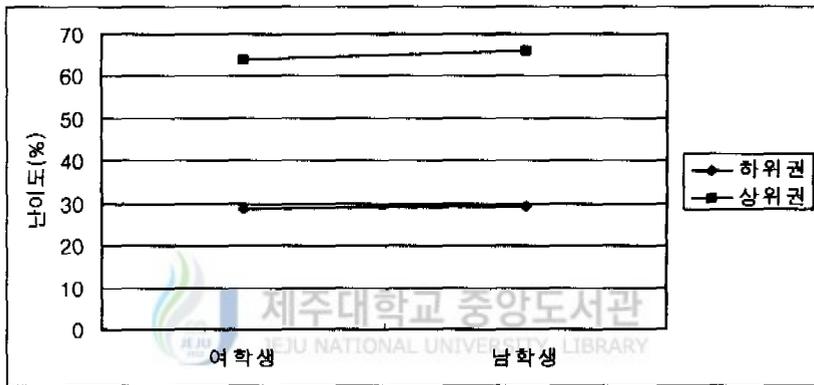


그림2. 그림형 문제에 대한 성별과 성취도의 상호작용 효과

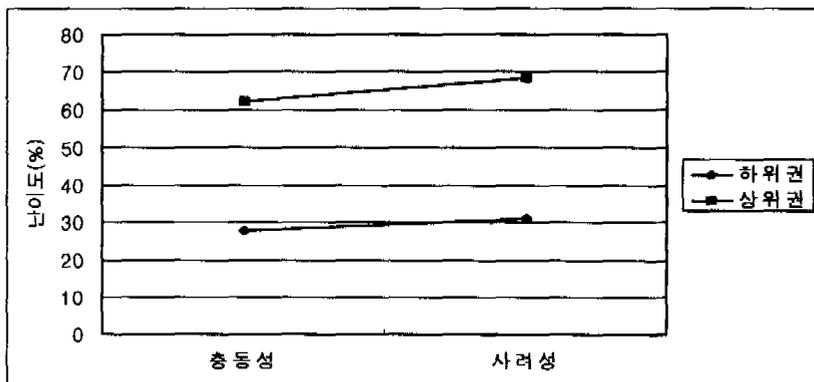


그림3. 그림형 문제에 대한 인지양식과 성취도의 상호작용 효과

표18을 보면 학생 특성 변인에 의한 성별×인지양식, 성별×성취도, 인지양식×성취도 등 2원 배치 상호작용 효과와 성별×인지양식×성취도의 3원 배치 상호작용 효과 검정에서 유의도가  $p>0.05$ 로 모두 통계적으로 의미가 없는 것으로 나타났다. 따라서 어떤 특정 조합 집단이 특별히 그림형 문제를 선호하지 않는다고 할 수 있다.

문제유형에 따른 피검사자 특성 변인에 의한 상호작용 효과를 그래프로 확인할 수도 있는데, 관련된 자료를 표9의 그림형 문제에 대한 기술통계 분석 결과에서 추출하여 정리하면 표19와 같고, 이것을 그래프로 나타내면 그림1, 그림2, 그림3과 같다. 그림1, 그림2, 그림3에서 두 그래프의 선들이 평행성을 유지하고 있으므로 상호작용 효과가 없음을 확인할 수가 있다.

## 2) 그래프형 문제에 대한 상호작용 효과

그래프형 문제에 대한 상호작용 효과를 알아보기 위해, 그림형 문제와 마찬가지로, 분산 분석을 실시하였으며 그 결과는 표20과 같다.

표20. 그래프형 문제에 대한 분산 분석

구 분		통계량				
		SS	DF	MS	F	p
2원배치 상호작용	성별×인지양식	1.9	1	1.9	0.007	0.935
	성별×성취도	375.4	1	375.4	1.329	0.250
	인지양식×성취도	786.7	1	786.7	2.785	0.096
3원배치 상호작용	성별×인지양식× 성취도	93.4	1	93.4	0.331	0.565

표20을 보면 학생 특성 변인에 의한 성별×인지양식, 성별×성취도, 인지양식×성취도 등 2원 배치 상호작용 효과와 성별×인지양식×성취도의 3원 배치 상호작용 효과 검정에서 유의도가  $p>0.05$ 로 모두 통계적으로 의미가 없는 것으로 나타났다. 따라서 그래프형 문제 역시, 그림형 문제와 마찬가지로

지로, 모든 조합 집단에 대해서 특별히 유리하거나 불리한 문제유형이 아님을 알 수 있다.

이러한 결과를, 그림형 문제에서와 같이, 그래프로 확인할 수 있으며 먼저 표10의 그래프형 문제에 대한 기술통계 분석 결과에서 관련 통계량을 추출하여 정리하면 표21과 같고, 이것을 그래프로 나타내면 그림4, 그림5, 그림6과 같다.

표21. 그래프형 문제에 대한 2개변인 조합 집단별 난이도

성별×인지양식	여학생-총동성	40.8
	남학생-총동성	39.7
	여학생-사려성	47.0
	남학생-사려성	46.0
성별×성취도	여학생-하위권	28.9
	남학생-하위권	28.0
	여학생-상위권	64.0
	남학생-상위권	66.2
인지양식×성취도	총동성-하위권	27.8
	사려성-하위권	29.5
	총동성-상위권	62.4
	사려성-상위권	68.8

그림4, 그림5, 그림6에서 보는 바와 같이 두 그래프의 선들이 대체로 평행성을 유지하고 있으므로, 그림형 문제에서와 마찬가지로, 그래프형 문제에 대해서도 역시 상호작용 효과가 없음을 확인할 수가 있다.

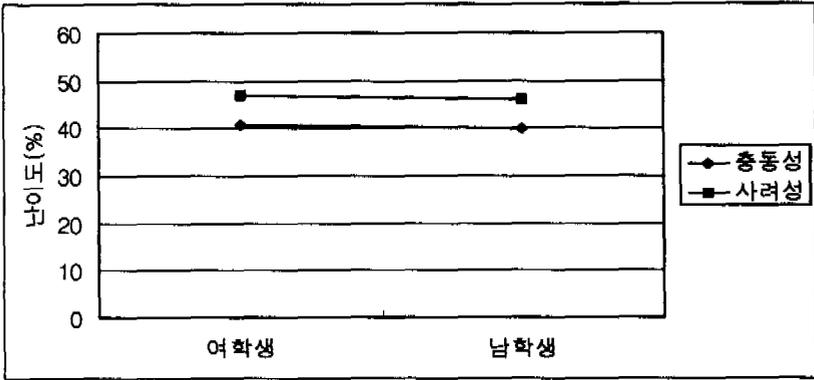


그림4. 그래프형 문제에 대한 성별과 인지양식의 상호작용 효과

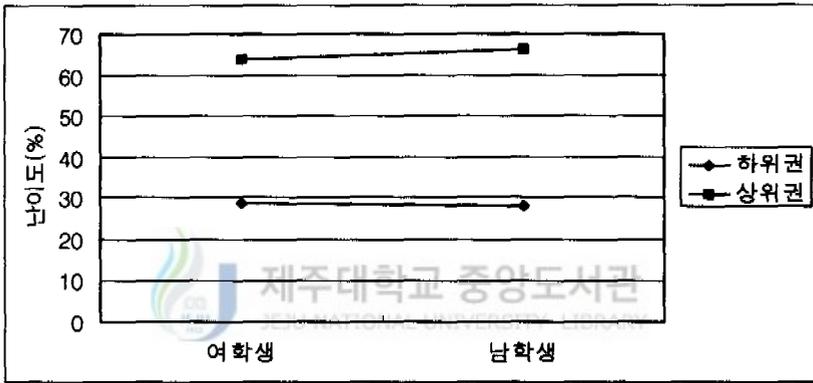


그림5. 그래프형 문제에 대한 성별과 성취도의 상호작용 효과

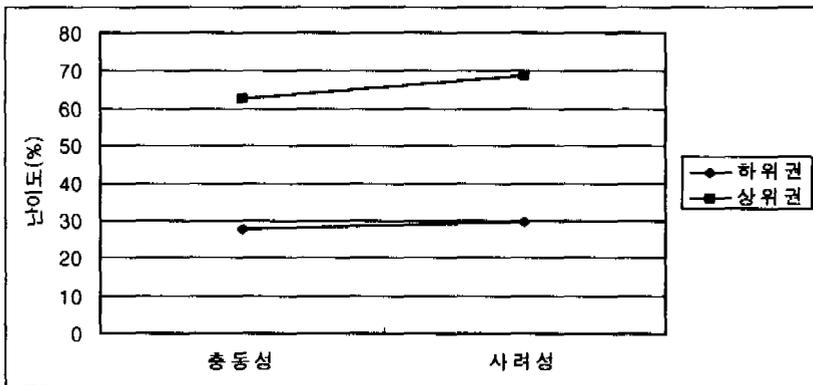


그림6. 그래프형 문제에 대한 인지양식과 성취도의 상호작용 효과

상호작용 효과와 관련하여 김영삼은 고등학교 역학 영역에서 문제의 내용을 같게 하고 문제의 형태를 글형, 그림형, 글-그림형으로 제시하였을 때 학생들의 특성 변인인 성별, 인지양식(장의존-장독립), 성취도에 따른 집단별 난이도 비교에서 어떤 학생 변인도 문제유형과 상호작용 효과를 나타내지 않았고, 따라서 어떤 문제유형도 특정 집단에게 유리하거나 불리하게 작용하지 않는다고 하였다.

본 연구에서도 앞서의 그림형 문제와 그래프형 문제 모두 학생 특성 변인의 어떠한 조합 집단에 대해서도 문제유형과 상호작용 효과를 나타내지 않았고, 따라서 어떤 문제유형도 특정 조합 집단에 유리하거나 불리하게 작용하지 않는다고 할 수 있으며, 이는 김영삼의 연구 결과와 같은 맥락에서 이해될 수 있다.



## V. 결론

고등학교 물리Ⅱ 교과와 '역학' 영역에서 문제의 내용은 같고 문제의 제시 유형을 그림형과 그래프형으로 달리하여 학생들의 반응을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 전체 검사 대상 학생에 대한 문제유형간 난이도 비교에서 그림형 문제와 그래프형 문제간 평균 난이도는 유의미한 차이를 보이지 않았다.

그러나 개별 문항에서는 운동량과 관련된 문항인 경우 그림형 문제가, 등가속도 운동과 관련된 문항인 경우 그래프형 문제의 난이도가 각각 10%이상 높게 나타났다.

둘째, 학생 특성 변인별 각 집단 내의 문제유형간 난이도 비교에서 성별인 경우 여학생은 그래프형 문제가, 남학생은 그림형 문제의 난이도가 다소 높게 나타났다. 그리고 인지양식에서 충동성 집단은 그래프형 문제가, 사려성 집단은 그림형 문제의 난이도가 다소 높게 나타났으며, 성취도에서는 하위권 집단은 그림형 문제가, 상위권 집단은 그래프형 문제의 난이도가 다소 높게 나타났다. 그러나 이러한 난이도의 차이는 모든 집단에 대해서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

셋째, 학생들의 특성 변인에 따른 집단간 문제유형별 난이도 비교에서 그림형과 그래프형 문제의 난이도 모두가 여학생이 남학생보다 다소 높게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

반면에, 인지양식에서는 그림형 문제와 그래프형 문제 모두에서 사려성 집단이 충동성 집단보다 난이도가 높게 나타났으며, 유의도 0.05내에서 유의미한 차이를 보였다. 이러한 결과는 사려적인 학습자가 학업 성취에서 높은 성취도를 보여준다는 일반적인 연구 결과와 합치되는 것이다.

그리고 성취도에서도 인지양식의 경우와 마찬가지로 그림형 문제와 그래프형 문제 모두 상위권 집단이 하위권 집단보다 난이도가 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다.

넷째, 학생 변인과 문제유형간 상호작용 효과 검정에서 2원 배치(성별×인지양식, 성별×성취도, 인지양식×성취도 등 2개변인 조합 집단) 상호작용 효과와 3원 배치(성별×인지양식×성취도의 3개변인 조합 집단) 상호작용 효과 검정에서 그림형 문제와 그래프형 문제 모두 유의미한 경우가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 어떤 특정 조합 집단이 그림형 문제와 그래프형 문제 중 한 가지 문제유형을 특별히 선호하지 않는다는 결론이 된다.



## 참 고 문 헌

- 1) 허명희, 고등학교 전자기 영역에서 문항제시 유형에 따른 난이도 비교, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문, (1998).
- 2) Small, M. Y., Lovett, S. B. & Scher, M. S., Pictures Facilitate Children's Recall of Unillustrated Expository Prose. *Journal of Educational Psychology.*, 85, No. 3, 520-528. (1993).
- 3) Paivio, A., *Imagery and Verbal process.* New York: Holt, Rinehart and Winston. (1971).
- 4) Levin, J. R., On Functions of Pictures in Prose. In F. J. Pirozzolo & M. C. Wittrock (Ed.), *Neuropsychological and Cognitive Process in Reading.* New York: Academic Press. (1981).
- 5) Levin, J. R., Anglin, G. J. & Carney, R. N., On Empirically validating functions of Pictures in Prose. In D. M. Willows & H. A. Houghton (Ed.), *The Psychology of Illustration. 1: Basic Research,* New York-Berlin: Springer-Verlag. (1987).
- 6) 김영삼, 問題 提示 類型에 따른 問項의 難易度 比較, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문, (1994).
- 7) Issing, L. J., Hannemann, J. & Haack, J., Visualization by Pictorial Analogies in Understanding Expository Text. In Mandl, H & Levin, J. R(Ed.), Elsevier Science Publisher B. V. (North-Holland). (1989).
- 8) 이종성, 통계방법, 박영사, (1997).
- 9) Mayer, R. E., *Thinking, problem solving, cognition.* New York: Freeman. (1983).
- 10) Reitman, W. R., *Cognition and thought.* New York: John Wiley and Sond. (1965).
- 11) Greeno, J. G., A study of problem solving, In R. Glaser(Ed.), *Advances in instructional psychology*, Vol.1. Hillsdale, NJ: Erlbaum. (1978).
- 12) 박학규, 學生들의 物理 問題解決 過程과 問題空間의 類型 分析, 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문, (1993).

- 13) 김영채, 思考와 문제해결심리학, 박영사, (1996).
- 14) Polya, G., *How to solve it: A new aspect of mathematical method.* New Jersey: Princeton University Press. (1957).
- 15) 양혜정, 전기회로에 관한 정성적 문항과 정량적 문항의 난이도 비교, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문, (1994).
- 16) 김성덕, 인지양식과 문제해결 과정 및 성취도와의 관계, 한국교원대학교 석사학위 논문, (1990).
- 17) 김상동, 학생들의 인지양식에 따른 역학에 관한 정성적 문항과 정량적 문항의 난이도비교, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문, (1998).
- 18) Springer, L.S. & Deutch, G., *Left Brain, Right Brain.* W.H. Freeman and Company, New York San Francisco. (1980).
- 19) McMillan III, C. & Swadener, M., Novice Use of Qualitative Versus Quantitative Problem Solving in Electrostatics. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 661-670. (1991).
- 20) Johnstone, A. H., Hogg, W. R & Ziane. M., A working memory model applied to physics problem solving. *International Journal of Science Education* , 15, 6. (1993).
- 21) 이종승, 교육연구법, 배영사, (1995).
- 22) 김학수, 教育測定 및 評價, 학문사, (1981).
- 23) 정범모 · 이종승, 인성진단검사 실시요강, 코리안 테스트 센터, (1994).
- 24) 송인명 외 2인, 고등학교 물리Ⅱ, (주)교학사, (1995).
- 25) 조성호 외 4인, 고등학교 물리Ⅱ, 금성교과서(주), (1995).
- 26) 권숙일 외 3인, 고등학교 물리Ⅱ, 동아출판사, (1995).
- 27) 김대식 외 5인, 고등학교 물리Ⅱ, 대한교과서, (1995)
- 28) 장준성 외 2인, 고등학교 물리Ⅱ, 지학사, (1995).
- 29) 김범기 외 5인, 고등학교 물리Ⅱ, 한샘출판(주), (1995).
- 30) 한국교육자료원, 수능기출총정리 · 탐구(과학), 한국교육자료원, (1998).

## <Abstract>

### **A Comparison of the Item Difficulty between the Picture Type Item and the Graph Type Item on Mechanics**

**Park, Cheon - Seok**

**Physics Education Major  
Graduate School of Education, Cheju National University  
Cheju, Korea**

**Supervised by Professor Kim, Kyu - Yong**

The purpose of this study is to present equal problems as the picture type item and the graph type item on the mechanics of high school physics textbook II, compare to the item of difficulty according to the item type, find out how the reaction of the learners differs according to the picture type on the evaluation of learning effect.

The results are as follows:

First, in comparison with the item of difficulty of item type for the total test students, the average item of difficulty between the picture type item and the graph type item shows no meaningful difference. But concerning individual item, in case of item relating to the momentum, the picture type item and in case of item relating to uniformly accelerated motion, the graph type item show 10% high in the item difficulty.

---

\* 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 August, 2000.

Second, in comparison with the item difficulty of item type in each group, the variable trait of students, such as the sex(male/female), cognitive style(cautious/impulsive), score(high rank/low rank), all groups shows no meaningful difference statistically.

Third, in comparison with the item type of difficulty in group through the variable trait of students, from the standpoint of the sex both male group and female group show no meaningful difference statistically, but from the standpoint of cognitive style, both the picture type item and the graph type item show the meaningfully high item difficulty in cautious group rather than impulsive group and from the standpoint of accomplishment, like the cognitive style, both the picture type item and the graph type item show the meaningfully high item difficulty statistically in high rank group rather than low rank group.

Fourth, in the effect examination between the variable trait of students and interaction through the item type, both two variant compounding group and three variant compounding group show no meaningful interaction on two type items. This result, such as compounding group, makes a conclusion not to like only one item type better between the picture type item and the graph type item especially.

## 부록1. 인지양식 검사지

본 검사는 학생 여러분이 평소 가지고 있는 생각을 파악하여, 과학교육 방법의 개선을 위한 귀중한 자료로 사용될 것입니다.

본 검사는 여러분의 학교 생활이나 학업성적과 무관하며, 공개되지 않고 오직 연구 목적으로만 사용될 것입니다.

다음의 내용이 평소 자신의 생각이나 행동과 같으면 “그렇다”, 다르면 “아니다”의 칸에 √표 하십시오.

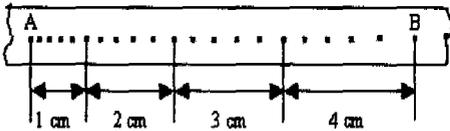
( )고등학교 제 학년 반 번 이름 :

질 문 내 용	그렇다	아니다
1 어떤 일이라도 일단 먼저 시작해 놓고 행동한다.		
2 나는 성급하다는 말을 종종 듣는다.		
3 다른 사람들로 부터 기분파라는 말을 자주 듣는다.		
4 울컥 화가 치밀면 함부로 행동하는 편이다.		
5 다른 사람의 마음을 상하지 않도록 조심한다.		
6 말 한마디라도 깊이 생각한 다음에 한다.		
7 행동으로 옮기기 전에 상당히 오래 생각한다.		
8 아침에 눈을 뜨면 그날의 할 일을 생각한다.		
9 생각을 많이 하고 말을 적게 하는 편이다.		
10 매일 자기 전에 그날 일어난 일을 반성해 본다.		
11 복잡한 문제라도 잘 생각해서 푼다.		
12 이야기를 하기 전에 이리 저리 생각을 많이 한다.		
13 조그만 일이라도 여러 가지로 생각하고 시작한다.		
14 사람들이 하는 행동의 동기를 따져본다.		
15 지난 잘못에 대해 그 이유를 깊이 생각해 본다.		
16 여러 가지로 사고해야 하는 일을 좋아한다.		
17 일을 시작하기 전에 계획을 치밀하게 세운다.		
18 공원 같은 곳을 산책하면서 사색에 잠긴다.		
19 요즘 사람들의 도덕 관념에 대해 알아본다.		
20 사물을 철학적으로 생각한다.		
21 새로운 친구를 사귀기 전에 그에 관해서 미리 많은 것을 알아본다.		
22 일하는 것보다 생각하는 것이 더 재미있다.		
23 상대방이 화를 내도 나는 화를 내지 않을 때가 많다.		
24 깊이 생각에 잠긴 채 시간 가는 줄을 모를 때가 있다.		
25 친구들과 인생 문제를 진지하게 토론한다.		
26 내일의 일을 미리 계획한다.		
27 남들이 나를 보고 생각이 깊은 사람이라고 한다.		
28 가끔 명상에 잠기는 일이 있다.		
29 나는 혼자서 사색하는 것을 즐긴다.		
30 어려운 문제를 끝까지 풀어보려고 애쓴다.		

## 부록2. 문제유형별 검사지

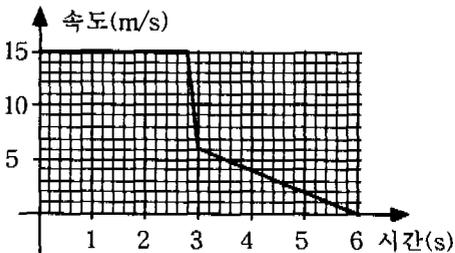
### [A형 문제지]

1. 진동수가 50Hz인 시간기록계를 이용하여 어느 물체의 운동 상태를 기록한 다음, 종이 테이프를 5타점 간격으로 구분하였더니 아래 그림과 같았다.



이 물체의 평균 가속도는 얼마인가?

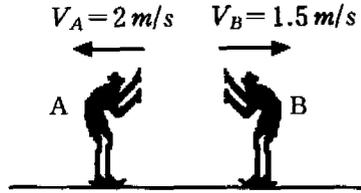
- ①  $0.1 \text{ m/s}^2$    ②  $0.5 \text{ m/s}^2$    ③  $1.0 \text{ m/s}^2$   
 ④  $1.5 \text{ m/s}^2$
2. 한 자동차 사고 연구 기관에서 멈춰 있는 자동차에 질량 70 kg인 운전자가 운전하는 자동차를 충돌시키는 실험을 하였다. 충돌하는 순간 두 자동차는 한 덩어리가 되어 미끄러진다. 다음 그래프는 실험하는 동안 충돌시키는 자동차의 속도를 나타낸 것이다.



충돌 순간에 운전자가 받는 충격량은 몇  $\text{N} \cdot \text{s}$  인가?

- ① 420   ② 630   ③ 780  
 ④ 1050   ⑤ 알 수 없다.

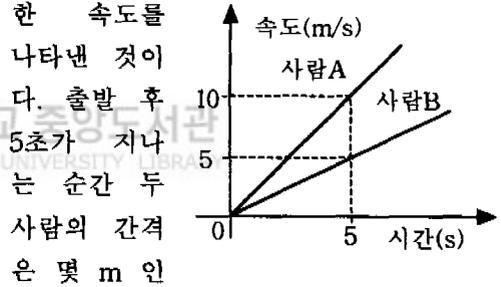
3. 다음 그림은 마찰이 무시되는 얼음판 위에 있던 두 스케이트 선수 A와 B가 서로 밀어 떨어졌을 때, 각각의 운동 방향과 속도를 나타낸 것이다.



A선수의 질량이 42 kg 이라면 B선수의 질량은 얼마인가?

- ① 42 kg   ② 56 kg   ③ 63 kg  
 ④ 84 kg   ⑤ 90 kg

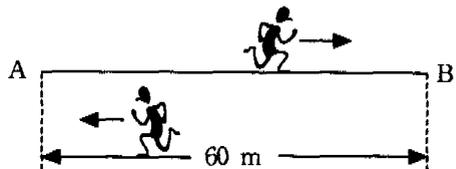
4. 다음 그래프는 100 m 출발선에서 동시에 출발한 두 사람 A, B의 시간에 대한 속도를 나타낸 것이다.



출발 후 5초가 지나

- 는 순간 두 사람의 간격은 몇 m 인가?  
 ① 5   ② 7.5   ③ 10  
 ④ 12.5   ⑤ 25

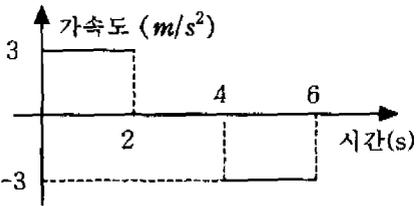
5. 철수는 아래와 같은 직선 트랙을 A에서 출발하여 B까지 10초 동안에 달려가고, B에서 10초 동안 정지한 다음, 다시 10초 동안에 A로 돌아 왔다.



0초에서 30초 사이의 평균속도(m/s)는 얼마인가?

- ① 0            ② 3            ③ 4
- ④ 6            ⑤ 12

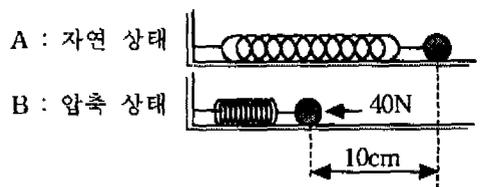
6. 아래 그래프는 정지하고 있던 물체를 일직선상으로 운동시켜 가속도와 시간의 관계를 나타낸 것이다.



물체가 6초 동안 이동한 거리는 얼마인가?

- ① 6 m    ② 12 m    ③ 18 m
- ④ 24 m    ⑤ 36 m

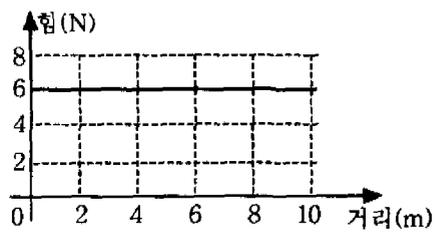
7. 다음 그림은 어떤 용수철에 자연 상태에서 힘을 가해 압축시킨 것을 나타낸 것이다.



40 N의 힘을 가해 10 cm 압축시켰다면, 저장된 탄성 에너지는 얼마인가?

- ① 2 J    ② 4 J    ③ 40 J
- ④ 200 J    ⑤ 400 J

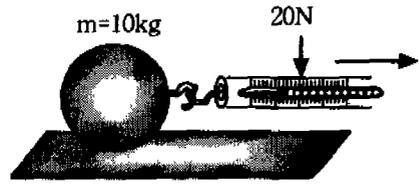
8. 아래 그래프는 마찰이 없는 수평면 위에 놓여진 질량 8kg의 물체에 거리에 따라 작용한 힘을 나타낸 것이다.



물체가 10m를 지나는 순간 물체의 운동 에너지는 얼마인가?

- ① 6 J    ② 10 J    ③ 60 J
- ④ 80 J    ⑤ 480 J

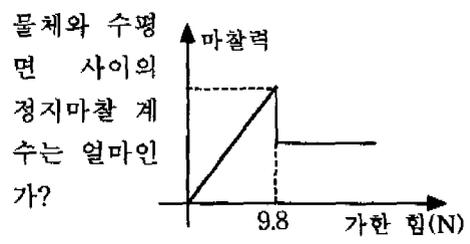
9. 다음 그림은 정지해 있는 질량 10kg의 물체에 힘을 가하여 수평 방향으로 끌고 있는 모양이다.



용수철 저울의 눈금이 10초 동안 계속 20N을 가리키고 있었다면, 이 시간 동안 이동한 거리는 얼마인가?

- ① 100 m    ② 200 m    ③ 300 m
- ④ 400 m    ⑤ 알 수 없다.

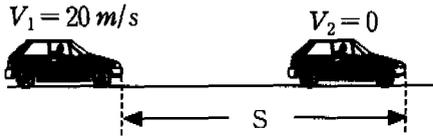
10. 다음 그래프는 질량 2kg의 물체를 수평면 위에 놓고 수평방향으로 당겼을 때 마찰력과 물체에 가한 힘과의 관계를 나타낸 것이다.



물체와 수평면 사이의 정지마찰 계수는 얼마인가?

- ① 0.1      ② 0.2      ③ 0.3  
 ④ 0.4      ⑤ 0.5

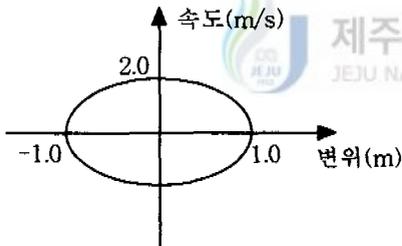
11. 다음 그림은 직선 도로 위를 달리던 자동차에 브레이크를 일정하게 밟아서 정지시킨 것을 나타낸 것이다.



정지할 때까지 4초 걸렸다면, 그 때까지 이동한 거리(S)는 얼마인가?

- ① 10 m    ② 20 m    ③ 30 m  
 ④ 40 m    ⑤ 50 m

12. 아래 그래프는 마찰이 없는 평면 위에서 어떤 용수철에 연결되어 진동하는 물체의 운동을 나타낸 것이다.

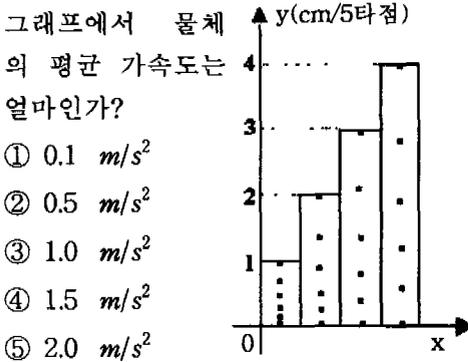


물체의 질량이 0.1kg일 때, 이 용수철의 용수철 상수는?

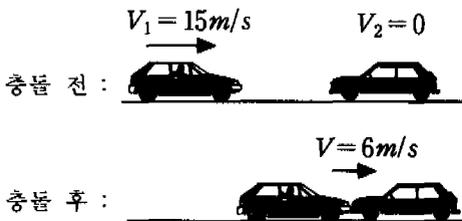
- ① 10 N/m    ② 20 N/m    ③ 40 N/m  
 ④ 60 N/m    ⑤ 80 N/m

[B형 문제지]

1. 다음 그래프는 진동수가 50Hz인 시간기록계를 이용하여 어느 물체의 운동 상태를 기록한 다음, 종이 테이프를 5타점 간격으로 잘라 차례대로 그래프 용지에 붙여 놓은 것이다.

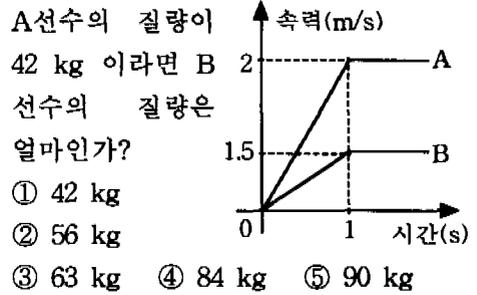


2. 아래 그림은 한 자동차 사고 연구 기관에서 질량 70 kg 인 운전자가 운전하는 달리는 자동차 A를 멈춰 있는 자동차 B에 충돌시키는 실험을 나타낸 것이다. 충돌하는 순간 두 자동차는 한 덩어리가 되어 미끄러진다.

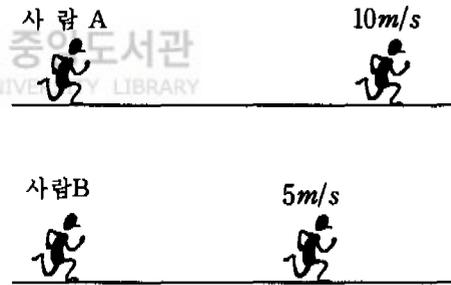


- 충돌 순간에 운전자가 받는 충격량은 몇  $\text{N} \cdot \text{s}$  인가?
- ① 420      ② 630      ③ 780  
 ④ 1050    ⑤ 알 수 없다.

3. 다음 그래프는 마찰이 무시되는 얼음판 위에 있던 두 스케이트 선수 A와 B가 서로 밀었을 때의 시간에 따른 속력의 변화를 나타낸 것이다.



4. 다음 그림은 100 m 출발선에서 동시에 출발한 두 사람 A, B가 달리는 모습이다. 출발 후 두 사람의 속도가 점차 빨라져 5초일 때의 두 사람의 속도는 각각 그림에 표시된 바와 같았다.

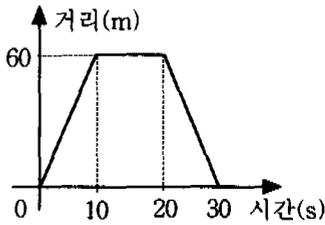


- 출발 후 5초가 지나는 순간 두 사람의 간격은 몇 m 인가?

- ① 5      ② 7.5      ③ 10  
 ④ 12.5    ⑤ 25

5. 다음 그래프는 철수가 직선 트랙을 30초 동안 운동한 결과를 나타낸 것이다. 0초에서 30초 사이의 평균속도 ( $\text{m/s}$ )는 얼마인가?

- ① 0
- ② 3
- ③ 4
- ④ 6
- ⑤ 12



6. 아래 그림은 정지하고 있던 물체를 일직선상에서 화살표 방향으로 운동시키고 있는 것을 나타낸 것이다.

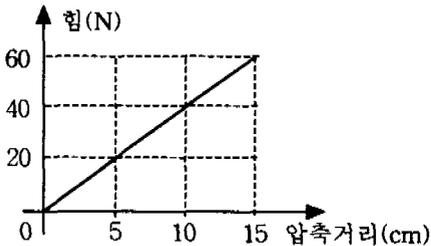


이 물체는 AB 구간에서 2초 동안 가속도의 값이  $3\text{ m/s}^2$ , BC 구간에서 2초 동안 가속도 값이 0, CD 구간에서는 2초 동안 가속도의 값이  $-3\text{ m/s}^2$  인 운동을 하였다.

물체가 6초 동안 이동한 거리는 얼마인가?

- ① 6 m    ② 12 m    ③ 18 m
- ④ 24 m    ⑤ 36 m

7. 아래 그래프는 어떤 용수철에 가해진 힘의 크기와 용수철이 압축되는 정도의 관계를 나타낸 것이다.

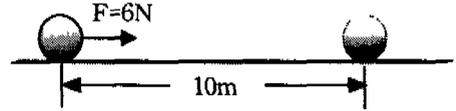


용수철이 10 cm 압축되었을 때 용수철에 저장되는 탄성에너지는 얼마인가?

- ① 2 J    ② 4 J    ③ 40 J

- ④ 200 J    ⑤ 400 J

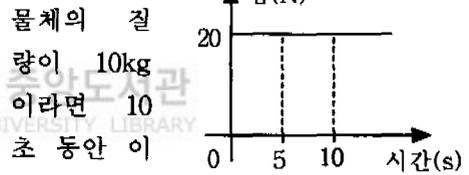
8. 아래 그림은 마찰이 없는 수평면 위에 놓여진 질량 8kg의 물체에 수평 방향으로 힘을 가하여 거리 이동을 시켰다.



물체가 10m를 지나는 순간 물체의 운동 에너지 얼마인가?

- ① 6 J    ② 10 J    ③ 60 J
- ④ 80 J    ⑤ 480 J

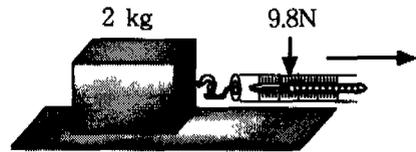
9. 다음 그래프는 정지해 있던 물체에 작용한 힘과 시간의 관계를 나타낸 것이다.



물체의 질량이 10kg 이라면 10초 동안 이동한 거리는 얼마인가?

- ① 100 m    ② 200 m    ③ 300 m
- ④ 400 m    ⑤ 알 수 없다.

10. 아래 그림은 질량 2kg의 물체를 수평면 위에 놓고 용수철 저울로 수평 방향으로 당기는 모양을 나타낸 것이다.

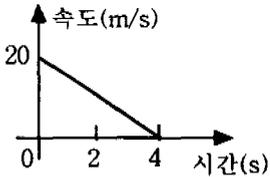


용수철 저울의 눈금이 9.8N을 가리킬

때 물체가 움직이기 시작했다면, 물체와 수평면 사이의 정지 마찰 계수는 얼마인가?

- ① 0.1      ② 0.2      ③ 0.3  
④ 0.4      ⑤ 0.5

11. 다음 그래프는 직선 도로 위를 달리던 자동차에 브레이크를 밟아 정지할 때까지의 시간과 속도의 관계를 나타낸 것이다.



4초 동안 자동차가 미끄러진 거리는 얼마인가?

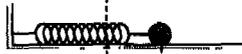
- ① 10 m      ② 20 m      ③ 30 m  
④ 40 m      ⑤ 50 m

12. 다음 그림은 마찰이 없는 평면 위에서 어떤 용수철에 연결되어 진동하는 물체의 운동을 나타낸 것이다.

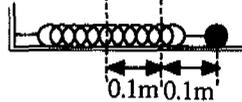
A : 최대로 수축된 상태



B : 평형점을 지날 때의 상태



C : 최대로 늘어난 상태



물체의 질량이 0.1kg이고, B에서의 속도가 2.0 m/s 라면 이 용수철의 용수철 상수는?

- ① 10 N/m    ② 20 N/m    ③ 40 N/m  
④ 60 N/m    ⑤ 80 N/m