《연구논문》 Korean Journal of Optics and Photonics, Vol. 28, No. 5, October 2017, pp. 187-193
DOI: https://doi.org/10.3807/KJOP.2017.28.5.187
ISSN : 1225-6285(Print)
ISSN : 2287-321X(Online)

# Analysis of Optics Problems in the Examination for Appointing Secondary School Physics Teachers

Bongwoo Lee[1] and Jeongwoo Son[2†]

[1]*Department of Science Education, Dankook University, Gyeonggi 16890, Korea*
[2]*Department of Physics Education, Gyeongsang National University, Gyeongnam 52828, Korea*

(Received August 15, 2017; Revised September 4, 2017; Accepted September 15, 2017)

The purpose of this study was to investigate some implications for optics education and improvement of the Examination for Appointing Secondary School Physics Teachers (EASSPT), by analyzing the problems in EASSPT. For these purpose, we analyzed 38 optics problems of the EASSPT from the 16 school years of 2002 to 2017. The results of the analysis are as follows: First, optics problems were presented in 10.8% of the physics subject area, which was least frequently. Second, many problems have addressed specific areas such as Snell's law, image of a single lens, or interference. Few problems were found in many other evaluation areas, including optical instruments and aberrations. Third, compared to other areas, optics problems were presented as relatively easy questions, and the problems were presented in more laboratory contexts than daily-life contexts. In addition, we have discussed implications for EASSPT and in-service physics-teacher training.

Keywords: The Examination for Appointing Secondary School Physics Teachers (EASSPT), Optics problem, In-service physics teacher training
OCIS codes: (000.2060) Education; (000.2690) General physics

# 중등물리교사임용시험의 광학 문항 분석

**이봉우[1] · 손정우[2†]**

[1]단국대학교 과학교육과
㉾ 16890 경기도 용인시 수지구 죽전로 152

[2]경상대학교 물리교육과
㉾ 52828 경상남도 진주시 진주대로 501

(2017년 8월 15일 받음, 2017년 9월 4일 수정본 받음, 2017년 9월 15일 게재 확정)

본 연구는 중등물리교사임용시험의 광학 문항 분석을 통해 광학 교육에의 시사점을 탐색하고 중등물리교사임용시험의 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 2002학년도부터 2017학년도까지 16년간 실시된 중등물리교사임용시험에 출제된 38개의 광학문항을 분석하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 광학 문항은 물리내용학 영역 중에서는 약 10.8% 비율로 출제되어 가장 출제빈도가 낮은 영역이었다. 둘째, 스넬의 법칙, 렌즈의 상, 간섭 등 특정 영역에 대해서 많은 문제가 출제되었으며, 광학기기 및 수차 등에서는 거의 출제되지 않았다. 셋째, 다른 영역에 비해 광학 내용 문항들은 비교적 쉬운 문항들로 출제되었으며, 일상생활 상황보다 실험실 상황의 문제가 더 많이 출제되었다. 추가로 평가 내용 요소별 문항 분석을 통해 물리교사임용시험과 중등물리예비교사교육에의 시사점을 논의하였다.

Keywords: 중등물리교사임용시험, 광학문항, 예비교사교육
OCIS codes: (000.2060) Education; (000.2690) General physics

†E-mail: cnbe@gnu.ac.kr
Color versions of one or more of the figures in this paper are available online.

## I. 서 론

‘교육의 질은 교사의 질을 능가할 수 없다.’는 말처럼 교사의 질은 교육의 성과에 직접적으로 작용하는 가장 중요한 요소이다. 따라서 양질의 교사 자원을 확보하기 위하여 교사 양성 과정과 선발 과정에 많은 노력이 필요하다[1,2]. 우리나라에서 중등학교 과학(물리)교사가 되는 과정은 대학이나 교육대학원에서 과학 또는 물리 교사자격을 취득하고 국·공·사립의 중등학교에 교사로 채용되는 것이다. 그 중에서 국·공립 교사가 되기 위해서는 국가에서 시행하는 “중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험(이하 중등교사임용시험)”에 합격해야 한다.

중등교사임용시험은 모든 시·도 교육청이 연합하여 1992학년도부터 특정기관에 출제와 채점을 위탁하는 형식으로 진행되었는데, 2002학년도부터는 한국교육과정평가원에서 맡아 진행되고 있다. 2008년 이전까지는 각 교과의 교사 자격 기준이 명확하게 제시되어 있지 않고, 중등교사임용시험의 평가 영역이나 평가 내용 요소가 공식적으로 제시되지 않았다는 비판이 있었다. 이에 따라 2008년에 한국교육과정평가원과 과학교육 관련 학회(한국과학교육학회, 한국 물리학회 등)의 공동연구를 통해 ‘평가 영영 및 평가 내용 요소’를 각 교과별로 개발하였다[3].

이 연구[3]를 통해 ‘물리’ 교사자격 기준을 교육철학과 사명감, 교과지식, 탐구, 교육과정, 교수학습, 평가, 학급관리와 경영, 전문성 신장 등의 대범주를 설정하고 자격기준 10개와 세부자격기준 34개를 제시하였다. 또한 중등물리교사임용시험에 사용될 평가 영역 및 평가 내용 요소를 세부적으로 밝혔다. 이에 따라 시험 체계도 바꾸어 1단계 필기시험(객관식), 2단계 논술 면접 시험, 3단계 교직 적성 심층면접 및 수업능력 평가의 3단계 전형 체계로 시행되었다. 이후 2013년부터는 3단계 시험을 2단계로 개정하였고 이에 따라 1차는 교육학(논술), 전공(기입형, 서술형, 논술형), 2차는 수업실연 및 심층면접, 실기 등으로 진행되고 있다. 현재 진행되고 있는 시험에 사용하는 표시과목 「물리」의 평가 영역 및 평가 내용 요소는 2008년에 개발한 것을 그대로 사용하고 있다.

「물리」의 평가 영역은 물리교육학과 물리내용학으로 구분되고, 다시 물리내용학은 역학, 전자기학, 현대물리, 양자물리, 열 및 통계물리, 파동 및 광학 등으로 구성되어 있어, 물리교사가 되기 위해 이수해야 하는 기본이수과목에서 ‘전산 물리’를 제외한 모든 과목들을 시험 출제 범위로 지정하였다.

중등물리교사임용시험을 통해 물리 교사를 선발하기 위해서는 그 문항들이 중등학교에서 물리를 지도할 수 있는 능력을 평가하는 데 적절한지를 파악할 필요가 있다. 그동안 중등교사임용시험과 관련된 여러 연구들이 수행되었는데, 과학교과에서는 과학교육학(물리교육학) 문항 분석[4,5], 화학내용학 문항 분석[6], 생물 교과교육학 및 교과내용학 문항 분석[7] 등의 연구가 이루어졌는데, 광학은 물론 물리내용학 문항을 분석한 연구는 진행되지 않았다.

그동안 이공계 기피 현상에 대한 원인으로 학교 과학이 현대 생활과 유리되어 있다는 여러 비판들[8,9]이 있었고, 특히 많은 학생들은 다른 과목보다도 물리를 매우 어렵다고 인식하고 있다[10]. 광학은 물리학의 다른 영역보다도 학생들이 생활 속에서 접할 기회가 더 많을 뿐만 아니라 학생들의 흥미를 끌 수 있는 활동이 많이 포함되어 있어 물리에 대한 기피를 줄이기 위하여 잘 교육될 필요가 있다[11].

중등학교에서 광학은 교육과정의 변천에 따라 그 내용과 수준에 변화가 있어왔다, 2018년부터 도입되는 2015 개정 교육과정에서는 중학교 「과학」 1학년 ‘빛과 파동’ 단원과 「물리 I」 ‘파동과 정보통신’, 「물리 II」 ‘파동과 물질의 성질’ 단원에서 광학 내용이 학습되도록 계획되었다. 물리 교사 양성 과정에서는 일반물리학에서 광학의 기초를 배우고, 전공으로 ‘파동 및 광학’ 강의를 통해 중등학교에서 지도할 내용을 학습하게 된다. 예비교사들은 강의 시간을 통해 교사로서 갖추어야 할 물리학 내용을 학습하게 되지만, 중등교사임용시험을 준비하는 과정에서 학습의 범위와 수준이 정해지게 된다. 즉, 중등교사임용시험이 예비교사의 수준을 정하는데 큰 역할을 할 뿐만 아니라 예비교사 교육 자체에도 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서는 2002학년도부터 2017학년도까지 16년간 진행된 중등물리교사임용시험에 제시된 광학 문항을 대상으로 문제 상황, 문항의 출제 범위, 수준 등을 분석하여 물리교사임용과 예비교사양성과정에 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 2.1. 분석 대상

‘중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험’은 1기(2002~2008학년도), 2기(2009~2013학년도), 3기(2014~2017학년도)로 구분될 수 있다. 1기와 3기에서는 1단계에서, 그리고 2기에서는 1단계와 2단계에서 물리 내용에 대한 필기시험이 이루어졌다. 본 연구는 16년간 필기시험으로 진행된 중등물리교사임용시험에서 출제된 총 438문항 중 광학 문항 38개를 대상으로 한다.

### 2.2. 분석 방법

본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 분석을 진행하였다. 첫째, 중등물리교사임용시험의 문항 영역의 구분은 한국교육과정평가원과 한국물리학회가 공동으로 연구한 『표시과목 「물리」의 교사 자격 기준과 평가 영역 및 평가 내용 요소』에서 제시된 평가 영역 및 평가 내용 요소를 기준으로 하였다. 평가 영역은 크게 교과교육학과 교과내용학으로 나뉘며 교과내용학은 다시 역학, 전자기학, 양자물리, 파동 및 광학, 열 및 통계물리, 현대물리, 전산물리 등으로 구분하였다.

둘째, 16년간 출제된 중등물리교사임용시험 문항 중 광학 문항만을 선택하여 ‘파동 및 광학’의 평가 영역 및 평가 내용 요소(표 1)에 따라 분류하고, 각 평가 영역과 평가 내용 요소별로 연도별 출제 추이를 살펴보았다. 각 평가 내용 요소별로 출제된 문항의 상황, 내용, 수준 등을 2015 개정 교육과정과 물리예비교사 교육과 관련지어 논의하였다.

**Table 1.** Evaluation areas and contents in EASSPT[3]

| Evaluation area | Evaluation contents |
|---|---|
| Geometrical optics | Law of reflection, Snell's law, Particle model of light, Refraction by single lens |
| Optical instrument and its use | Refraction by composite lens, Optical instrument, Aberration |
| Interference of wave | Wave model of light, Interference, Interference by two gaps |
| Diffraction of wave | Diffraction, Diffraction grating, Resolution |
| Modern optics | Spectra of elements, Various rays and their uses |
| Laser and its use | Principle of laser, Laser and its use |

## III. 연구 결과

### 3.1. 물리 교과내용학 문항의 출제 빈도 분석

중등물리교사임용시험은 물리교육학과 물리내용학으로 나뉘며, 이중 물리내용학은 물리 교사 기본이수과목인 역학, 전자기학, 현대물리학, 양자물리, 파동 및 광학, 열역학 등으로 구성되어 출제되었다. 16년간 출제된 문항은 총 438개였고, 이를 기본이수과목에 따라 연도별로 문항수와 배점을 정리하여 그 결과를 표 2에 나타내고, 물리내용학 중 영역간 출제 비율의 변화를 그림 1에 그래프로 나타내었다.

배점을 기준으로 영역간 출제 비율을 살펴보면, 물리교육학 문항이 29.2%였고, 물리내용학은 전자기학(18.1%) - 역학(17.6%) - 양자물리(10.5%) - 현대물리(8.3%) - 열 및 통계역학(7.9%) - 파동 및 광학(7.6%) 순이었다. 물리내용학 중에서는 역학과 전자기학이 가장 높은 비율로 출제되었으며, 파동 및 광학은 물리내용학 중 10.8%로 전체에서 가장 낮은 출제 빈도를 나타냈다. 또한 연도에 따라 출제비율의 차이가 커 가장 높을 때는 13.5%(2003년, 2009년)였고, 불과 3.8%(2004년)만 출제되기도 하였다.

2015 개정 교육과정의 중학교「과학」과 고등학교「물리학 I」,「물리학 II」의 성취기준 수를 정리한 표 3을 보면, 광학과 관련된 성취기준은 중학교 과정에서 전체 21개 중 3개로 14.3%이고, 고등학교 과정(물리학 I, 물리학 II)에서는 전체 50개 중 7개(14.0%)였다. 현대물리와 양자물리는 중학교 과정에서는 전혀 다루어지지 않고 있으며, 고등학교 과정에서도 불과 26.0%만 차지하고 있지만, 중등물리교사임용시험에

**Table 2.** The number of problems in EASSPT

| | 2002 | | 2003 | | 2004 | | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2008 | | 2009 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N* | P** | N | P | N | P | N | P | N | P | N | P | N | P | N | P |
| **Optics** | 1 | 6 | 2 | 7 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 6 | 4 | 7.5 |
| Physics education | 5 | 19 | 5 | 18 | 5 | 18 | 8 | 26 | 8 | 26 | 8 | 26 | 7 | 26 | 12 | 24.5 |
| Mechanics | 4 | 16 | 3 | 16 | 3 | 14 | 6 | 20 | 4 | 12 | 3 | 10 | 4 | 14 | 6 | 12 |
| Electromagnetics | 3 | 14 | 3 | 12 | 4 | 14 | 3 | 12 | 4 | 16 | 7 | 23 | 4 | 16 | 7 | 14 |
| Modern physics | 1 | 4 | 2 | 5 | 2 | 8 | 2 | 6 | 2 | 7 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 9.5 |
| Quantum physics | 2 | 8 | 2 | 5 | 1 | 5 | 2 | 7 | 1 | 4 | 2 | 6 | 2 | 8 | 3 | 6.5 |
| Thermal & statistical physics | 1 | 3 | 2 | 7 | 2 | 6 | 1 | 3 | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 7 | 3 | 6 |
| Etc | | - | | - | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | | - | | - | | - |
| Total | 17 | 70 | 19 | 70 | 19 | 70 | 24 | 80 | 24 | 80 | 25 | 80 | 22 | 80 | 40 | 80 |

| | 2010 | | 2011 | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017 | | total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | P | N | P | N | P | N | P | N | P | N | P | N | P | N | P | N | P |
| **Optics** | 4 | 8 | 3 | 5.5 | 3 | 6 | 4 | 7.5 | 2 | 4 | 2 | 7 | 3 | 8 | 2 | 6 | 38 | 95.5 |
| Physics education | 12 | 24 | 12 | 24 | 12 | 24 | 12 | 24 | 7.5 | 24 | 5.4 | 23 | 4.5 | 19 | 4.5 | 19 | 127.9 | 364.5 |
| Mechanics | 6 | 12.5 | 6 | 12.5 | 6 | 12.5 | 6 | 12.5 | 3 | 14 | 3.8 | 17 | 3 | 10 | 4.5 | 15.5 | 71.3 | 220.5 |
| Electromagnetics | 6 | 12.5 | 6 | 12 | 7 | 13 | 7 | 13.5 | 4 | 14 | 2.5 | 12 | 4 | 14 | 4.5 | 14.5 | 76 | 226.5 |
| Modern physics | 5 | 9.5 | 4 | 8 | 3 | 5.5 | 3 | 6 | 2.5 | 9 | 1.3 | 5 | 2 | 6 | 2.5 | 9 | 39.3 | 103.5 |
| Quantum physics | 4 | 7 | 6 | 11.5 | 6 | 12.5 | 5 | 10 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3.5 | 15 | 2 | 8 | 47.5 | 131.5 |
| Thermal & statistical physics | 3 | 6.5 | 3 | 6.5 | 3 | 6.5 | 3 | 6.5 | 2 | 6 | 2 | 7 | 2 | 8 | 2 | 8 | 35 | 99 |
| Etc | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | - | | - | 3 | 9 |
| Total | 40 | 80 | 40 | 80 | 40 | 80 | 40 | 80 | 24 | 80 | 20 | 80 | 22 | 80 | 22 | 80 | 438 | 1250 |

*N: number of problems

**P: points

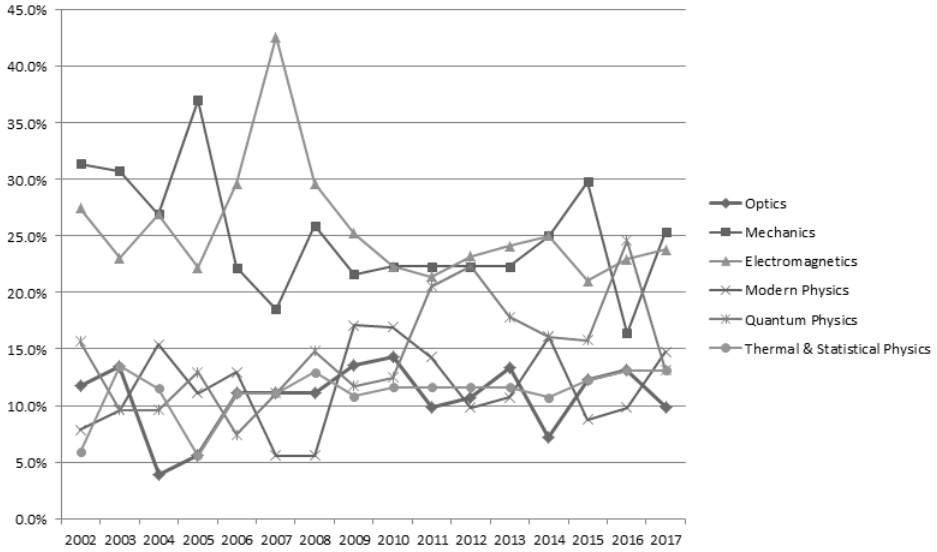


**Fig. 1.** The ratio of problems in EASSPT.

**Table 3.** Number of achievement standards according to physics contents categories

| | First grade | Second grade | Third grade | Sum (middle school) | | Physics I | Physics II | Sum (high school) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Optics | 3 | 0 | 0 | 3 | 14.3% | 4 | 3 | 7 | 14.0% |
| Mechanics | 5 | 0 | 4 | 9 | 42.9% | 6 | 9 | 15 | 30.0% |
| Electromagnetics | 0 | 4 | 2 | 6 | 28.6% | 4 | 8 | 12 | 24.0% |
| Modern physics | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0% | 7 | 6 | 13 | 26.0% |
| Quantum physics | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0% | 0 | 0 | 0 | 0.0% |
| Thermal & statistical physics | 0 | 3 | 0 | 3 | 14.3% | 2 | 1 | 3 | 6.0% |
| Total | 8 | 7 | 6 | 21 | 100.0% | 23 | 27 | 50 | 100.0% |

서 물리내용학 중 26.3%나 출제되고 있어 상대적으로 더 많은 비율로 출제되고 있다. 열 및 통계물리도 성취기준의 비율은 중학교는 14.3%, 고등학교는 불과 6.0%로 광학보다 적지만 중등물리교사임용시험에서는 광학보다 많은 11.1%만큼 출제되었다. 『표시과목 「물리」의 교사 자격 기준과 평가 영역 및 평가 내용 요소』에는 평가요소 즉, 문항의 출제범위만 제시되어 있을 뿐, 평가요소별 출제 문항비율은 제시하고 있지 않다. 중고등학교 교육과정 속에 포함된 광학 내용에 비해 예비교사교육 또는 물리임용시험에서 더 낮은 비율로 출제되고 있는 것은 예비교사들의 광학교육 측면에서 긍정적이지 못하다.

### 3.2. 평가 영역 별 광학 문제의 출제 경향

광학 내용으로 출제된 총 38개 문항을 평가 영역 및 평가 내용 요소로 분류하여 연도별로 정리한 결과를 표 4에 나타내었다.

#### 3.2.1. 기하광학 문항 분석

기하광학(광학기기와 그 이용 포함)에서는 모두 15개가 출제되어 전체 중 39.5%만큼 출제되었고, 파동광학(간섭 및 회절)에서는 모두 23개로 60.5%만큼 출제되었다. 중학교 성취기준은 모두 기하광학 영역이고, 고등학교 성취기준은 7개 중 3개가 기하광학인 것을 고려하면 상대적으로 기하광학 영역에 더 많은 출제가 이루어질 필요가 있다.

기하광학 영역에서는 스넬의 법칙에서 4.5문항, 단일 렌즈에 의한 굴절에서 8.5문항이 출제되었다. 출제 초기에는 스넬의 법칙을 이용하여 유리봉, 어항, 프리즘 등에 입사하는 빛이 어떻게 굴절하는 지에 대한 문항들이 출제되었는데, 이후에는 단일 렌즈에 의한 굴절 영역에서 많은 문항들이 출제되었다(그림 2). 단일 렌즈에 의한 굴절은 주로 렌즈의 공식을 이용해서 물체의 위치와 상의 위치와의 관계를 알아내는 문항이 출제되었는데, 2010년 이후에 출제 빈도가 훨씬 더 많았으며, 최근 4년간은 매년 출제되었다. 돋보기를 이용해 물체를 관찰하거나 단순한 간이 사진기를 제외하면 대부분의 광학 기기들은 단일 렌즈로 구성되어 있지 않기 때문에, 사진기를 이용한 2010년의 문항들을 제외하면 대부분 인위적인 실험실 상황의 문항으로 볼 수 있다.

단일 렌즈에 의한 상은 기하광학에서 가장 중요하게 다루는 렌즈에 의한 물체와 상의 관계를 나타내는 것으로 광학기기를 이해하기 위해 필수적인 내용이다. 2015 개정 교육과정

**Table 4.** Number of problems according to evaluation contents item

| Evaluation area | Evaluation contents item \ Year | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | mid-sum | Area sum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Geo-metrical optics | Law of reflection | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 13 |
| | Snell's law | 0.5 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | 4.5 | |
| | Particle model of light | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| | Refraction by single lens | 0.5 | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 8.5 | |
| Optical instrument and its use | Refraction by composite lens | | | | | | | | | | | 0.5 | 1 | | | | | 1.5 | 2 |
| | Optical instrument | | | | | | | | | | | 0.5 | | | | | | 0.5 | |
| | Aberration | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Inter-ference of wave | Wave model of light | | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 2 | | | | | 7 | 18 |
| | Interference | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 8 | |
| | Interference by two gaps | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | 1 | | | 3 | |
| Diffraction of wave | Diffraction | | | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 3 | 5 |
| | Diffraction grating | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| | Resolution | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | |
| Modern optics | Spectra of elements | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| | Various rays and their uses | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Laser and its use | Principle of laser | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| | Laser and its use | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |

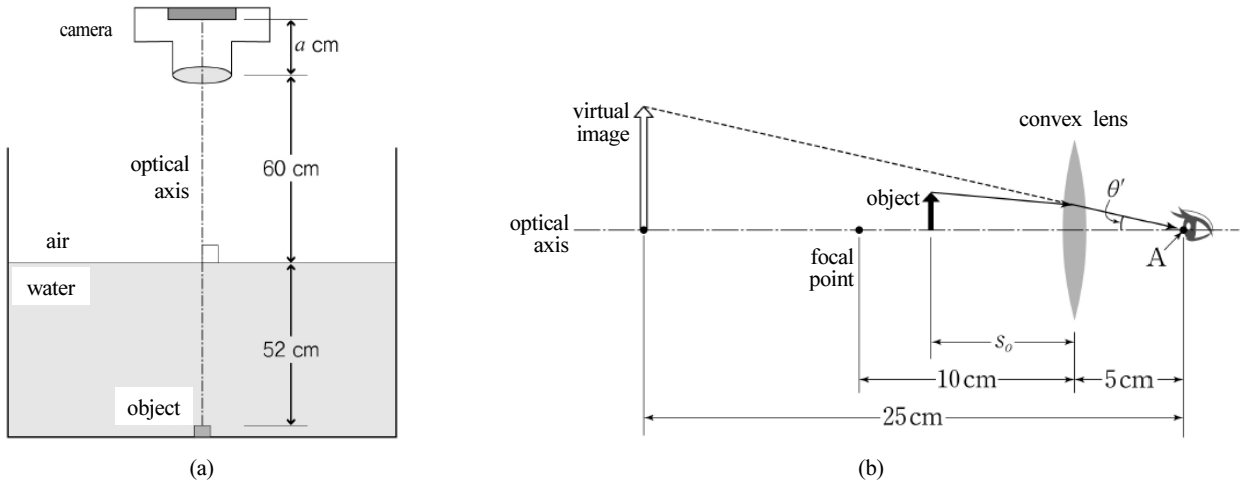


**Fig. 2.** Figures represented in problems about 'refraction by single lens' ((a) 2010, (b) 2016).

에서도 물체와 상의 관계가 중학교 및 고등학교에서 중요하게 다루어지기 때문에 이와 관련된 문항들이 출제된 것은 매우 유의미하다. 렌즈에 의한 상의 형성에 대한 내용은 학생들은 물론 교사들도 이해하는데 많은 어려움을 갖고 있는데, 중등물리교사임용시험에서 이와 관련한 문항들이 많이 출제되어 예비교사들이 학습을 충실히 하는 선순환이 이루어질 필요가 있다.

반면 복합렌즈에 의한 굴절과 광학기기에 대해서는 한 문항밖에 출제되지 못했다. 광학기기와 관련된 원리는 이미 앞에서 언급한 스넬의 법칙이나 단일렌즈에 의한 굴절에서 다루었기 때문에 광학기기 자체와 관련된 문항은 출제되지 못했다. 최근 물리의 내용이 실생활 및 첨단과학과의 관련성을 높이기 위해 영상장치와 관련하여 광학 내용을 소개하는 시도가 많이 이루어지고 있는데, 학교 과학에서도 이와 관련된

교육이 이루어질 필요가 있으며, 중등물리교사임용시험이나 예비교사 교육에서도 적극적으로 도입될 필요가 있다.

기하광학과 관련된 문항들은 주로 일반물리 수준에서 출제되었다. 2~4학년에서 배우는 전공 광학(파동 및 광학)에서 다루는 내용들 중에서는 각배율을 제외하면 거의 찾기 어려웠다. 기하광학은 IT산업의 영상장치에서도 많이 사용되는 기본원리로 광학기기를 이해하기 위해서는 일반물리 수준 이상을 알 필요가 있다. 렌즈 계에서 빛이 진행하는 원리에 해당하는 근축광선추적과 실광선추적을 할 수 있어야 하며, 특히 광학계에서 나타나는 수차(aberration)는 광학설계에서 매우 중요한 것이므로 중요하게 학습될 필요가 있다. 수차 중 구면수차나 색수차는 초중등 교육과정에서도 다루어지는 내용이며 최근 생활 속 도구를 이용하여 수차를 시연할 수 있는 교수학습방안도 개발되어[12] 그 현상을 쉽게 이해할 수 있어 예비교사 양성과정에서도 강조될 필요가 있다.

### 3.2.2. 파동광학 문항 분석

파동광학은 평가영역이 간섭과 회절로 구분되어 있는데, 7개가 출제된 간섭 문항 중 '빛의 파동 모형'의 편광에 대해서는 5문항이나 출제되었다. 편광은 빛이 갖는 특성 중 하나이지만, 중등교육에서도 크게 다루고 있지 않으며, 광학교재에서도 간섭이나 회절에 비해 그 학습량이 크지 않다. 회절과 관련해서 모두 5문제가 출제된 것을 고려하면 편광은 그 중요도에 비해 많은 문항이 출제되었다.

가장 많은 문항이 출제된 평가 내용 요소는 간섭이다. 2개의 틈에 의한 간섭까지 포함하면 모두 11문항이 출제되어 광학 문항 중 28.9%나 되었다. 두 장의 유리판에 의한 간섭, 식탁의 홈과 유리판 사이의 간섭과 같이 일상생활에서 볼 수 있는 간섭 현상을 소재로 출제되기도 했고, 박막, 마이켈슨 간섭계, 뉴턴링 등과 같이 간섭에 대한 전통적인 예를 이용한 문항도 출제되었다(그림 3). 이중 슬릿에 의한 간섭(영의 실험)에서 조건이 바뀌었을 때 간섭무늬의 변화와 관련된 문항은 2회 출제되었다.

파동광학에서 회절 내용의 문항은 모두 5회 출제되었는데, 회절에서 3문항, 회절격자에서 1문항, 분해능에서 1문항씩 출제되었다. 사입사된 평행광을 이용한 단일슬릿의 회절, 슬릿 사이의 간격을 변화시켰을 때의 회절과 같이 회절 무늬에 영향을 주는 변인들과 회절 무늬와의 관계를 묻는 문항이 출제되었다. 반면 간섭과는 달리 일상생활이 아닌 가상적인 실험실 상황의 문항들이 출제되었다.

평가 영역 '현대광학'과 '레이저와 그 이용'에는 모두 4개의 평가 내용 요소가 있었지만, 어떤 문항도 출제되지 않았다.

## IV. 결론 및 시사점

본 연구는 중등물리교사임용시험에 출제된 광학 문항들을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 2002년부터 2016년까지 시행된 중등물리교사임용시험에 출제된 광학 내용 문항 38개를 분석하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 물리내용학 문항 중 광학은 평균 10.8% 만큼 출제되어 전자기학, 역학, 양자물리, 현대물리, 열 및 통계물리학 등의 다른 물리내용학 영역보다 더 적게 출제되었다.

둘째, 기하광학 영역에서는 스넬의 법칙에 대한 내용과 단일 렌즈에 의한 굴절과 관련된 문항이 가장 많이 출제되었으며, 파동광학 영역에서는 편광과 간섭에 대한 문항이 가장 많이 출제되었다.

셋째, 출제된 문항들의 문제 상황으로 간섭에서는 일상생활 소재의 문항이 많이 출제되었지만, 다른 영역에서는 인위적인 실험실 상황의 문항들이 많이 출제되었다.

넷째, 문항의 난이도는 비교적 쉽게 출제되어 일반물리 수준에서 풀이할 수 있는 문항이 대부분이었다.

이상의 결과를 바탕으로 중등물리교사임용시험과 예비교사양성에의 시사점을 제안하고자 한다.

첫째, 영역별 출제 비율에 대한 고려가 필요하다. 물리내용

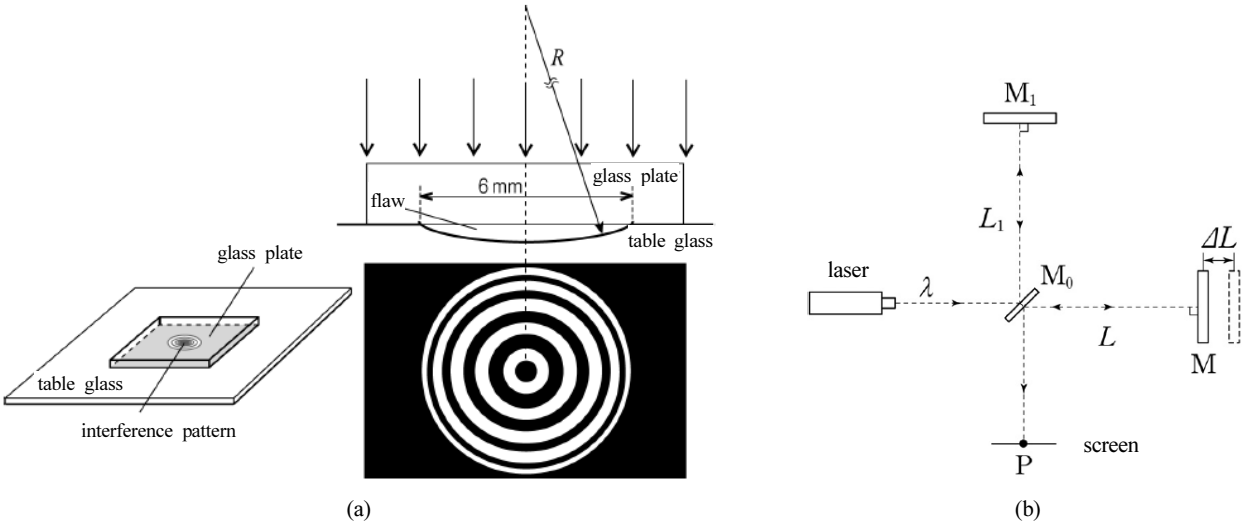


**Fig. 3.** Figures represented in items about 'interference' ((a) 2009, (b) 2013).

학 중 광학 출제 비율이 가장 낮았는데, 중학교 및 고등학교 교육과정의 물리에서 다루어지는 내용의 비율은 역학과 전자기학에 이어 광학이 가장 높은 것을 고려하면 더 많은 문항이 출제될 필요가 있다. 광학 내의 평가 내용 요소를 보면 스넬의 법칙, 단일 렌즈에 의한 굴절, 간섭 등 특정 요소에 집중하여 출제되었다. 이 요소들이 광학에서 중요하게 다루어지는 개념들이지만, 광학기기(복합 렌즈에 의한 굴절), 수차 등과 같이 광학 산업에서 매우 중요한 개념들은 거의 출제되지 않은 문제점이 있다.

둘째, 난이도 및 문제 상황에 더 많은 고려가 필요하다. 물리내용학의 다른 영역들에 비해 광학 문항들은 비교적 쉽게 출제되었다. 2014학년도부터 실시된 새로운 임용고사 제도에서는 기입형, 서술형, 논술형 등으로 구분되어 출제되었는데, 광학 문항은 논술형이 하나도 출제되지 못했고, 대부분 난이도가 낮은 기입형으로 출제되었다. 광학은 중고등학교에서도 중요하게 다루어지는 내용이므로 서술형과 같이 수준도 높으면서 학교 교육과정을 고려한 문항들이 많이 출제될 수 있도록 다양한 예비문항들을 개발하여 제시할 필요가 있다. 또한 광학 문항들 중 많은 문항들이 실험실 상황에서 출제되었는데, 광학은 실생활과 밀접한 관련성이 있는 만큼 일상생활이나 산업 등과 연관된 문항들이 출제될 필요가 있다.

셋째, 중등예비교사 양성에서 '광학' 수업에 대한 더 많은 논의가 필요하다. 이전에는 기본이수과목의 수가 적어 광학을 전공 선택 교과목으로 이수하는 경우가 많았지만, 현재에는 '파동 및 광학'이 물리교사자격증 기본이수과목으로 지정되어 모든 물리예비교사들이 전공 필수 교과목으로 기본적인 학습을 하고 있다. 대부분의 대학교에서는 역학, 전자기학, 현대물리 등의 중요한 영역은 두 학기로 이수하고 있는 반면 광학은 대부분 한 학기만 이수하고 있다. 더구나 많은 학교에서는 교육과정상 광학을 고학년에 배치하는데, 특히 4학년 1학기에 배치하는 경우 교육실습기간으로 인해 효과적인 학습이 이루어지기 어렵다. 현재 중등물리교사임용시험에서 광학 문항이 제한된 영역 내에서 쉬운 문항으로 출제되기 때문에 대학에서도 출제범위와 수준에 맞추어 교육하는 경향이 있다. 따라서 중등물리교사임용시험의 광학 문항들의 범위와 수준을 조정하여 예비교사교육에서 광학교육이 제대로 이뤄져야 한다.

## References


1. C. Clark and P. Peterson, "Teachers' thought process," in *Handbook of Research on Teaching,* M. Wittrock, ed. (Macmillan, New York, USA, 1986), pp. 256-296.
2. R. Yager, "Viewpoint: What we did not learn from the 60s about science curriculum reform," J. Res. Sci. Teach. **29**, 905-910 (1992).
3. KICE (Korea Institute of Curriculum and Evaluation), *A study on development of qualification criteria and specification of evaluation areas and evaluation of teaching abilities for the indication subject physics: 2009 revised test for appointing secondary school teachers* (Korea Institute of Curriculum and Evaluation, Seoul, Korea, 2008).
4. B. Lee, K. Shim, M. Shin, J. Kim, J. Choi, E. Park, J. Yoon, Y. Kwon, and Y. Kim, "Analyses of science education theories in the question items of the Examination for Appointing Secondary School Science Teachers," J. Korea Assoc. Sci. Educ. **33**, 794-806 (2013).
5. B. Lee, K. Shim, M. Shin, J. Kim, J. Choi, E. Park, J. Yoon, Y. Kwon, and Y. Kim, "Relationship between science education researchers' views on science educational theories for pre-service science teachers and the Examination for Appointing Secondary School Science Teachers," J. Korea Assoc. Sci. Educ. **33**, 826-839 (2013).
6. B. Choi and Y. Kim, "Trend analysis of secondary school chemistry teacher certification examination: school years 2009~2013," J. Korea Assoc. Sci. Educ. **33**, 1202-1218 (2013).
7. B. Kim, H. Han, and K. Shim, "Implications of teacher training for pre-service secondary biology teachers at the college of education through analysing the Examination for Appointing Secondary School Biology Teachers," Biol. Educ. **44**, 179-189 (2016).
8. W. Roth, S. Hwang, M. Gourlart, and Y. Lee, *Participation, Learning, and Identity: Dialectical Perspectives* (Lehmann, Berlin, Germany, 2005).
9. E. Whitelegg and M. Parry, "Real-life contexts for learning physics: meanings, issues and practice," Physics Education **34**, 68-72 (1999).
10. H. Kim and B. Lee, "Why do secondary students perceive physics is uninteresting and difficult?," Sae Mulli **52**, 521-529 (2006).
11. B. Lee and I. Lee, "Analysis on the characteristics of national assessment of educational achievement (NAEA) items for science subject: with a focus on optics," J. Korea Assoc. Sci. Educ. **35**, 465-475 (2015).
12. B. Lee, "Development of a method to demonstrate aberrations in a university optics class," New Phys.: Sae Mulli **66**, 441-447 (2016).